XA
.R483

Per. 4
Vol. 21
1906

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA POPULIQUE SALUTE
1891

LIBRARY

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

KA
.R483
Per. 4
Vol 21
1906

Société générale d'imprimerie, successeur de Ch. Eggimann & Cie,
18, Pélisserie, Genève.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT ONZIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME VINGT ET UNIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS
H. LE SOUDIER
174-176, Boul. St-Germain

LONDRES
DULAU & Cᵉ
37, Soho Square

NEW-YORK
G. E. STECHERT
9, East 16th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cᵢᵉ, A BALE

1906

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

SUR LE MOUVEMENT D'UN PENDULE

DONT LE POINT DE SUSPENSION OSCILLE HORIZONTALEMENT

PAR

L. de la RIVE et A. le ROYER

I. Observations

On sait que les oscillations du pendule peuvent servir à indiquer et à mesurer les perturbations sismiques. Les oscillations horizontales du sol provoquent un mouvement de la masse pendulaire qui diffère à certains égards de celui du sol lui-même et cette différence constatée et même enregistrée par des dispositions spéciales est le point de départ de tous les appareils sismographiques. Sans prétendre apporter des éléments nouveaux à la sismographie, nous pensons que l'étude du phénomène sous sa forme la plus simple, et à une échelle qui rend facile les mesures, peut présenter de l'intérêt.

Pour rechercher expérimentalement quelle est la marche du pendule lorsque le point de suspension est soumis à un va-et-vient horizontal nous avons employé la disposition suivante (Fig. 1). Une pièce métallique ou chariot, à laquelle est fixé le fil du pendule, est guidée par deux glissières de manière à se mouvoir

AUG 7 - 1923

horizontalement, et se trouve actionnée successivement en sens contraires par une bielle longue de 12 cm., partant d'une manivelle. Celle-ci est montée sur un axe mis en mouvement par une petite dynamo avec l'intermédiaire de poulies de renvoi à diamètres mul-

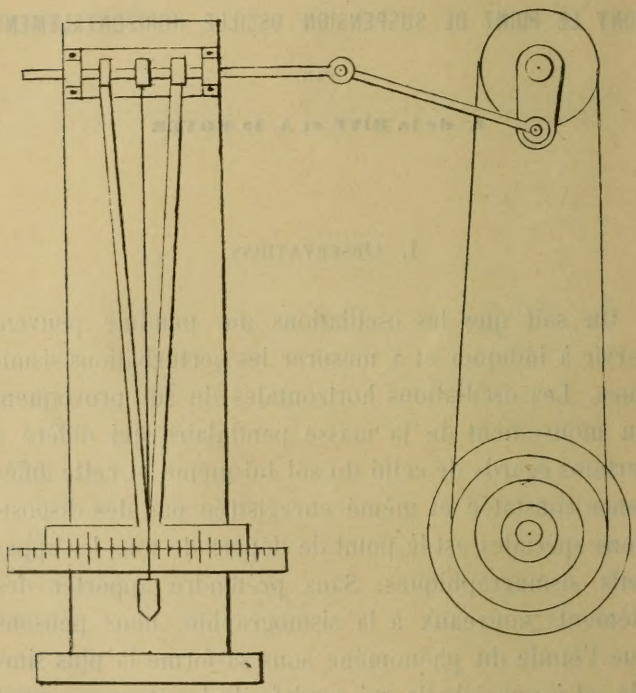


Fig. 1.

tiples pour varier la vitesse. Ces pièces sont montées avec soin et le mouvement s'opère sans secousse ; de gros fils de soie transmettent les rotations.

Le pendule est formé par un plomb, pesant 140 gr., suspendu à un fil de soie de 99 cm., et bat la

seconde. La dynamo étant mise en mouvement, la double oscillation du point de suspension correspond à un tour de manivelle ; on compte le nombre de tours par minute au moyen d'un compteur à secondes, et, d'autre part, on observe le mouvement du pendule et on mesure l'amplitude de son oscillation le long d'une règle divisée sur laquelle se projette l'ombre du fil.

Les limites de vitesse entre lesquelles nous avons expérimenté sont d'une part 97 doubles oscillations (oscillations) par minute ce qui est le triple de la vitesse du pendule oscillant avec son point de suspension fixe, et de l'autre, 5 oscillations par minute, c'est à dire un sixième de cette vitesse. Si on veut augmenter encore la limite supérieure, on arrive à produire des vibrations transversales du fil qui alternent le phénomène. Le déplacement horizontal du point de suspension a été d'abord de 2 cm., puis, dans nos dernières expériences, de 1 cm. seulement, ce qui convient mieux pour laisser aux oscillations pendulaires de petites dimensions.

On peut résumer de la manière suivante la marche du pendule, telle que nous l'avons observée. En commencant par les plus petites vitesses celle de cinq par exemple, le pendule suit le mouvement de son point d'attache et l'accompagne synchroniquement. En augmentant la vitesse on voit se manifester un mouvement oscillatoire superposé au mouvement de va-et-vient, qui donne à celui-ci une plus grande amplitude et introduit des irrégularités et des arrêts. Lorsque la vitesse atteint 15 l'amplitude maxima est d'environ 25 mm., pour 20 mm. du point d'attache, et un mouvement doublement périodique commence à devenir

observable, des demi-oscillations d'une seconde environ sont interrompues par des arrêts dont la période de retour est de 4 secondes. Cette double périodicité devient plus apparente à mesure que la vitesse augmente, ce qui augmente l'amplitude maxima. Il est nécessaire d'employer cette expression parce que l'amplitude est variable et devient petite en s'approchant du point d'arrêt. Pour la vitesse 20, la période est de 6^s et l'amplitude de 3 à 4 cm. ; pour 26, la période est de 15^s, l'amplitude de 30 cm. et à partir de là en s'approchant de 30, l'amplitude augmente et la périodicité cesse d'être nettement observable ; nous avons cependant observé une période de plus de 60″. Ainsi le synchronisme du point de suspension et du pendule donne lieu à une augmentation de l'amplitude qui fait sortir le pendule des limites d'observation et par conséquent ne laisse pas aux oscillations leur caractère de petitesse sans lequel elles ne satisfont pas aux conditions théoriques. Quand la vitesse dépasse 30 les mêmes phénomènes se reproduisent, c'est-à-dire que les périodes et les amplitudes repassent par les mêmes valeurs pour une même différence de la vitesse et de 30 en plus ou en moins. Ainsi pour 34, la période est de 14^s, avec une amplitude de 17 cm., pour 40 de 6^s, avec une amplitude de 5 cm. Mais la marche du pendule ne se reproduit pas identiquement à ce qu'elle est pour les petites vitesses, lorsque au contraire la vitesse devient notablement plus grande que celle du pendule. On observe alors que le pendule non seulement n'accompagne pas le déplacement, mais tend à devenir tout à fait immobile. Pour une vitesse de 86 et un déplacement supérieur de 10 mm., l'amplitude

n'est plus que de 4 mm. et pour une vitesse de 97 et un déplacement de 20 mm. elle n'est plus que de 2 mm. Cette immobilité relative du pendule est un point important pour l'application au sismographe, car l'objet qu'on se propose est une masse ayant un déplacement minimum par rapport à laquelle puisse s'enregistrer le déplacement du sol. Comme on le voit il faut pour cela que la vitesse d'oscillation du pendule soit petite par rapport à celle du sol et comme la durée moyenne des oscillations sismiques est de une à deux secondes, il faudrait un pendule possédant une hauteur d'oscillation correspondant à une très grande longueur. C'est pour y suppléer que l'on se sert du pendule conique.

Le mouvement relatif du pendule par rapport à une règle divisée affectée du même mouvement que le point d'attache est mis en évidence par une règle horizontale, supportée par une double tringle en bois se mouvant avec le chariot mobile, et qui oscille derrière le fil pendulaire. L'étude du mouvement relatif et son observation ne présentent d'intérêt que lorsque l'amplitude du pendule se rapproche de celle du point de suspension, car, pour les grandes amplitudes, le mouvement relatif diffère peu du mouvement absolu. Comme exemple : la vitesse de 85 oscillations par minute donne un mouvement relatif qui présente la particularité de deux durées de deux oscillations à peu près double l'une de l'autre, avec des amplitudes qui ont aussi deux valeurs inégales et se succèdent en alternant. Ce sont des oscillations présentant ce caractère variable que les sismographes enregistrent et d'où il y a lieu de déduire par calcul, la période du point de suspension.

II. Théorie mathématique

§ 1. *Equation différentielle du mouvement et sa solution*

Soient OX et OY (fig. 2) un système d'axes rectangulaires fixes dont l'origine O est la position initiale

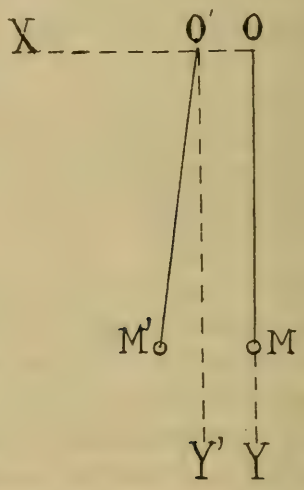


Fig. 2.

du point de suspension du pendule, OY étant dirigé suivant la verticale. Le déplacement du point de suspension est figuré par le point O' et a lieu sur l'axe OX ; le point O' est l'origine d'un système d'axes mobiles, OX et O'Y' se déplaçant parallèlement à eux-mêmes. Le mouvement de O, supposé sinusoïdal est donné par a. sin nt, où a est la demi-amplitude, compté sur OX à partir de O, d'où résulte que les coordonnées d'un point quelconque rapporté aux axes mobiles sont :

$$y' = y \quad x' = x - a \sin nt$$

Soit m la masse pendulaire, et soit M′ la position de cette masse correspondant à la position O′ du point de suspension. Le poids se décompose suivant la direction O′M′ et suivant une normale à cette direction qui a pour valeur $mg\frac{x'}{l}$. l étant la longueur du pendule, et qui est l'accélération du mouvement rapporté aux axes fixes avec le signe négatif, c'est-à-dire, $-\frac{d^2x}{dt^2}$.

D'autre part on a :

$$\frac{d^2x'}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2} + an^2 \sin nt$$

d'où résulte, en supposant par approximation l'amplitude assez petite pour que la trajectoire soit horizontale et en faisant $p^2 = \frac{g}{l}$

$$(1) \qquad \frac{d^2x'}{dt^2} = -p^2x' + an^2 \sin nt$$

La solution est :

$$x' = K_1 \sin pt + K_2 \sin nt$$

où K_1 et K_2 sont deux constantes.

En soumettant x' à la condition de satisfaire à (1), on trouve :

$$K_2 = \frac{an^2}{p^2 - n^2}$$

ce qui donne pour x,

$$x = K_1 \sin pt + \frac{ap^2}{p^2 - n^2} \sin nt$$

on détermine K_1 par la condition que la vitesse de M soit nulle pour $t = o$. Cette vitesse a pour expression.

$$\frac{dx}{dt} = p K_1 \cos pt + \frac{a p^2 n}{p^2 - n^2} \cos nt$$

et l'on a par conséquent,

$$K_1 = -\frac{apn}{p^2 - n^2} \text{ et}$$

$$(2) \qquad x = \frac{ap}{p^2 - n^2}\left[-n \sin pt + p \sin nt\right]$$

§ 2. *Discussion.*

1° $p > n$. En désignant par T_1 et T_2 les durées de la demi-oscillation correspondant à p et à n, on a :

$$p = \frac{\pi}{T_1},\ n = \frac{\pi}{T_2},$$

$p > n$ correspond donc à $T_2 > T_1$, c'est-à-dire que l'oscillation pendulaire correspondant à un point de suspension fixe est plus rapide que celle imprimée au point de suspension, O. On peut mettre x sous la forme :

$$x = \frac{a}{1 - \frac{n^2}{p^2}}\left[-\frac{n}{p} \sin pt + \sin nt\right]$$

Lorsque $\frac{n}{p}$ tend vers 0, la masse pendulaire finit par suivre le mouvement du point O, et n'en diffère que par une oscillation pendulaire dont l'amplitude tend vers 0. On a vu qu'en effet, pour les vitesses très petites, le pendule accompagne le point de suspension.

2° $p < n$. L'oscillation pendulaire est plus lente que celle de O. En mettant x sous la forme :

$$x = \frac{a}{1 - \frac{p^2}{n^2}}\left[\frac{p}{n} \sin pt - \frac{p^2}{n^2} \sin nt\right]$$

on voit que lorsque $\frac{p}{n}$ tend vers 0, le déplacement de

la masse pendulaire tend aussi vers 0, et que tandis que le second terme est du second ordre, le premier n'est que du premier ordre et par conséquent doit être seul pris en considération en approchant de la limite, c'est également ce qui a été constaté expérimentalement.

Double période du mouvement. — Dans ce qui suit nous supposons en premier lieu $p < n$, c'est-à-dire $T_1 > T_2$, et pour conserver au coefficient de x une valeur positive écrivons :

$$(2) \qquad x = \frac{a\,p}{n^2 - p^2}\left[n \sin pt - p \sin nt\right]$$

En différenciant par rapport à t, on a :

$$(3) \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{an\,p^2}{n^2 - p^2}\left[\cos pt - \cos nt\right]$$

La différence des cosinus se met sous la forme

$$2 \sin \frac{(n+p)}{2}\,t \sin \frac{(n-p)}{2}\,t = 2 \sin \frac{\pi\,t}{\theta_1} \sin \frac{\pi t}{\theta_2}$$

en faisant $\theta_1 = \dfrac{2\,T_1\,T_2}{T_1 + T_2}$ $\theta_2 = \dfrac{2\,T_1\,T_2}{T_1 - T_2}$

le mouvement est doublement périodique et θ_1 et θ_2 sont les durées des deux périodes. En effet la vitesse est nulle, d'une part pour les valeurs suivantes de t,

$$0,\ \theta_1,\ 2\theta_1,\ 3\theta_1,\ \text{etc.}$$

et de l'autre pour les valeurs de t,

$$0,\ \theta_2,\ 2\,\theta_2,\ 3\,\theta_2,\ \text{etc.}$$

La période θ_2 est plus longue que θ_1, car leur rap-

port est $\frac{T_1 + T_2}{T_1 - T_2}$. La demi-oscillation dont l'amplitude est donnée par la différence entre les deux valeurs de x correspondant aux points successifs où la vitesse est nulle a donc pour durée θ_1 et les points d'arrêts relatifs à θ_2 s'intercalent dans l'oscillation θ_1 et la partagent en deux oscillations de plus courte durée. Pour donner un exemple des valeurs relatives de ces périodes, supposons $T_2 = {}^3/_4\ T_1$; on a $\theta_1 = {}^6/_7\ T_1$ $\theta_2 = 6\ T_1$. Mais en général θ_2 n'est pas un multiple de θ_1 et on peut représenter leur relation par un nombre fractionnaire dont le dénominateur soit suffisamment grand ; on a, $\theta_2 = \frac{m_2}{m_1}\theta_1$ et par conséquent m_1 fois θ_2 est égal à m_2 fois θ_1.

Amplitude. — On calcule l'amplitude en portant dans l'expression de x les valeurs $p\theta_1$ et $n\theta_1$ qui donnent la vitesse nulle et cette valeur de x est l'élongation de M à l'instant où la masse se trouve à l'extrémité de l'oscillation. On a,

$$p\,\theta_1 = \pi\left[1 - \frac{T_1 - T_2}{T_1 + T_2}\right] = \pi\left[1 - \alpha\right]$$

$$n\,\theta_1 = \pi\left[1 + \frac{T_1 - T_2}{T_1 + T_2}\right] = \pi\left[1 + \alpha\right]$$

en faisant $\alpha = \frac{\theta_1}{\theta_2}$

Pour un multiple K de θ_1 on a $K\pi\,[1 - \alpha]$ et $K\pi\,[1 + \alpha]$, il en résulte pour x après réduction.

$$(4) \qquad x = -\frac{\alpha\, T_2}{T_1 - T_2} \cos K\pi \sin K\alpha\pi$$

En calculant de la même manière $p\theta_2$ et $n\theta_2$ et les multiples de ces arcs, on trouve,

$$(5) \qquad x = \frac{\alpha T_2}{T_1 + T_2} \cos K\pi \sin K\beta\pi$$

$$\text{avec } \beta = \frac{1}{\alpha} = \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

La relation (4) montre que les valeurs de x alternent de signe lorsque K augmente d'une unité, tant que $\sin K\alpha\pi$ ne change pas de signe ; pour $K = 1$, x est positif, car $\alpha\pi$ est plus petit que π. Lorsque $K\alpha\pi$ devient plus grand que π ou qu'un multiple de π, il y a deux valeurs consécutives de x qui sont de même signe. D'autre part entre les deux valeurs correspondantes de t qui sont les deux multiples de θ_1, tombe un multiple de θ_2 ; en effet d'après l'hypothèse on a :

$$K\alpha\pi < S\pi \text{ et } (K+1)\alpha\pi > S\pi \text{ d'où}$$
$$K\theta_1 < S\theta_2 \text{ et } (K+1)\theta_1 > S\theta_2$$

donc le multiple $S\theta_2$ tombe entre $K\theta_1$ et $(K+1)\theta_1$ et K est le plus grand nombre entier contenu dans $S\frac{\theta_2}{\theta_1}$.

Pour $S = 1$, et si l'on met $\frac{m_2}{m_1}$ sous la forme

$$\frac{m_2}{m_1} = d + \frac{1}{\frac{m_1}{r}}$$

et qu'on suppose d impair, $\beta\pi$ est compris entre $d\pi$ et $(d+1)\pi$ et par conséquent $\sin K\beta\pi$ est négatif, la valeur de x (5) est positive, ainsi que celle de x (4) pour K égal à d. Par conséquent le point d'arrêt θ_2 situé entre deux valeurs positives de x est également une élongation positive. On peut montrer qu'il en est

toujours ainsi, que les valeurs de x entre lesquelles tombe le point d'arrêt soient positives ou négatives. Dans le cas où le rapport des deux périodes est commensurable, la série des arcs à calculer est symétrique par rapport à la valeur médiane. Soit en premier lieu m_2 pair ; on a :

$$\left(\frac{m_2}{2} \pm K\right) \alpha \pi = m_1 \frac{\pi}{2} \pm K \alpha \pi$$

Et pour m_2 impair :

$$\left(\frac{m_2 \pm 1}{2} \pm K\right) \alpha \pi = m_1 \frac{\pi}{2} \pm \left(K + \frac{1}{2}\right) \alpha \pi$$

Par conséquent les sinus des multiples de part et d'autre de $\frac{m_2}{2}$ ou de $\frac{m_2 \pm 1}{2}$ sont égaux et de même signe.

Amplitude maxima. — L'amplitude à un instant quelconque est la somme de deux élongations successives (4). Cette somme a donc pour facteur

$$\text{Sin } K \alpha \pi + \sin (K + 1) \alpha \pi = 2 \sin \left(\frac{2K + 1}{2}\right) \alpha \pi \cos \frac{\alpha \pi}{2}$$

nous supposons $\alpha = \frac{m_1}{m_2}$ et, en premier lieu, m_2 impair. En faisant $2K + 1 = m_2$ on a $\left(\frac{2K + 1}{2}\right) \alpha \pi = m_1 \frac{\pi}{2}$ et par conséquent le facteur prend la plus grande valeur possible et l'amplitude est maxima, correspondant à la demi-oscillation qui sépare les deux valeurs centrales de x, donnée par $2 \cos \frac{\alpha \pi}{2} \times \frac{\alpha . T_2}{T_1 - T_2}$.

Si m_2 est pair, il faut chercher quel est le multiple impair de m_1 qui est le plus rapproché de m_2 et en déduire la valeur de l'amplitude maxima. Comme exem-

ple prenons $\alpha = {}^{3}/_{16}$, ce qui donne pour $\alpha\pi$ et ses multiples, 33°, 67°, 78°, 44°, etc. C'est le multiple impair 15, ne différant de 16 que d'une unité, qui donne l'amplitude maxima. En faisant $2\,K + 1 = 5$, d'où $K = 2$, on voit en effet que cela correspond aux deux arcs 67° et 78° qui sont les plus grands de la série.

Lorsque α est incommensurable, ce rapport tend à se rapprocher d'une fraction dont le dénominateur est un grand nombre, et à être compris entre $\frac{m_1}{m_2}$ et $\frac{m_1 + 1}{m_2 + 1}$; l'un de ces dénominateurs est impair et en lui égalant $2\,K + 1$, on a pour $\left(\frac{2\,K + 1}{2}\right)\alpha\,\pi$ une quantité qui diffère de $m_1\,\frac{\pi}{2}$ de moins que $\frac{\pi}{2\,m_2}$ qui tend vers 0; donc l'amplitude maxima est une limite, vers laquelle tend l'amplitude sans jamais l'atteindre.

§ 3. *Application à un exemple numérique.*

Prenons comme exemple : $T_2 = {}^{9}/_{16}\,T_1$ d'où résulte

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = {}^{25}/_{7},\ \alpha\pi = (50°\ 24')$$

d'autre part, $\frac{T_2}{T_1 - T_2} = 1{,}3$, $\frac{T_2}{T_1 + T_2} = 0{,}3$.

multiples de $\alpha\pi$ θ	arcs 0	sinus 0	valeur de x (4) 0	multiples de β_2 0	valeur de x 0 (5)	multiples de $\beta\pi$ O
$\alpha\pi$	+ 50° 24′	0,77	+ 1,00			
$2\alpha\pi$	+ 79° 12′	0,98	- 1,27			
$3\alpha\pi$	+ 28° 48′	0,48	+ 0,62	$\theta_2 = \theta_1\left(3 + \frac{4}{7}\right)$	+ 0,29	+ 77° 16′
$4\alpha\pi$	- 21° 36′	- 0,36	+ 0,46			
$5\alpha\pi$	- 72° 0′	- 0,95	- 1,23			
$6\alpha\pi$	- 57° 36′	- 0,84	+ 1,09			
$7\alpha\pi$	- 7° 12′	- 0,12	- 0,15	$2\theta_2 = \theta_1\left(7 + \frac{1}{7}\right)$	- 0,13	- 25° 24′
$8\alpha\pi$	+ 43° 12′	+ 0,68	- 0,88			
$9\alpha\pi$	+ 86° 24′	+ 0,99	+ 1,28			
$10\alpha\pi$	+ 36° 0′	+ 0,58	- 0,75	$3\theta_2 = \theta_1\left(10 + \frac{5}{7}\right)$	- 0,23	- 50° 58′
$11\alpha\pi$	- 14° 24′	- 0,25	- 0,32			
$12\alpha\pi$	- 64° 48′	- 0,90	+ 1,17			
$13\alpha\pi$	- 64° 48′	- 0,90	- 1,17			
$14\alpha\pi$	- 14° 24′	- 0,25	+ 0,32	$4\theta_2 = \theta_1\left(14 + \frac{2}{7}\right)$	+ 0,23	+ 50° 58′
$15\alpha\pi$	+ 36° 0′	+ 0,58	+ 0,75			
$16\alpha\pi$	+ 86° 24′	+ 0,99	- 1,28			
$17\alpha\pi$	+ 43° 12′	+ 0,68	+ 0,88	$5\theta_2 = \theta_1\left(17 + \frac{6}{7}\right)$	+ 0,13	+ 25° 24′
$18\alpha\pi$	- 7° 12′	- 0,12	+ 0,15			
$19\alpha\pi$	- 57° 36′	- 0,84	- 1,09			
$20\alpha\pi$	- 72° 0′	- 0,95	+ 1,23			
$21\alpha\pi$	- 21° 36′	- 0,36	- 0,46	$6\theta_2 = \theta_1\left(21 + \frac{3}{7}\right)$	- 0,29	- 77° 18′
$22\alpha\pi$	+ 28° 48′	+ 0,48	- 0,62			
$23\alpha\pi$	+ 79° 12′	+ 0,98	+ 1,27			
$24\alpha\pi$	+ 50° 24′	+ 0,77	- 1,00			
$25\alpha\pi = 7\pi$	0	0	0	$7\theta_2 = 25\theta_1$		$7\beta\pi = 25\,O_1$

Les divisions de l'axe vertical (fig. 3) sont les durées θ_1 et les points marqués sur les horizontales équidistantes sont les positions de M au moment de la vitesse nulle, positives à gauche et négatives à droite. Les points qui se trouvent entre deux des divisions horizontales sont les arrêts dûs à la période θ_2 dont les multiples successifs sont équivalents à θ_1 $(3 + {}^4/_7)$, θ_1 $(7 + {}^1/_7)$, θ_1 $(10 + {}^5/_7)$, θ_1 $(14 + {}^2/_7)$, θ_1 $(17 + {}^6/_7)$, θ_1 $(21 + {}^3/_7)$. Avec ces données, le nombre entier de fois que θ_1 est compris dans θ_2 est 3, et la fraction ${}^4/_7$ étant plus grande que ${}^1/_2$, le nombre de fois que

θ_1 est compris dans $2\,\theta_2$ est $2 \times 3 + 1$ ou 7, d'où résulte que les deux valeurs de x entre lesquelles est compris le second arrêt dû à θ_2 sont négatives. La figure représente le mouvement de M de $t = o$ à $t = 25\,\theta_1$, ou $7\,\theta_2$. Lorsque l'arrêt θ_2 intervient, le mobile, au lieu de

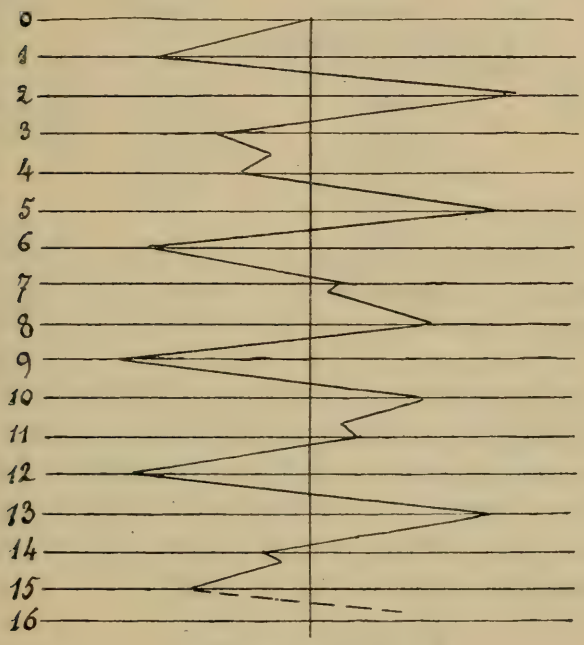


Fig. 3.

continuer à osciller pendulairement de part et d'autre de la verticale, commence son mouvement de retour, puis s'arrête, retourne en arrière, s'arrête de nouveau, puis reprend son mouvement normal. Les circonstances du mouvement se reproduisent identiquement au dessus et au dessous du point central à la ligne 12.

§ 4 *Vérifications expérimentales*

Nombre d'oscillations du point de suspension par minute		observé	calculé
86	amplitude max.	4 mm.	3,9 mm.
61	ampl.	10 mm.	8 mm.
	période	$1^s,9$	$1^s,9$
	2 ou 3 demi-oscillations dans la période		3
33,5	ampl.	3 cm.	3,2 cm.
	période	$17^s,5$	$7^s,4$
	demi-oscillations	10	8,5
35	ampl.	6 cm.	6 cm.
	période	13^s5	12^s
	demi-oscillations	13 à 14	13
27	période	$20^s,5$	20^s
20	»	$5^s,4$	6^s
15	»	4^s	4^s

Les amplitudes sont observées et calculées en donnant à la demi-amplitude de l'oscillation du point de suspension la valeur $a = 5$ mm. La constance de la vitesse de rotation a été obtenue au moyen d'un régulateur à force centrifuge introduisant dans le circuit de la dynamo des résistances supplémentaires.

§ 5. *Mouvement relatif.*

Il est donné par x' qui se déduit de la valeur de x (2) et de la relation $x' = x - a \sin nt$

$$x' = \frac{an}{n_2 - p_2}\left[p \sin pt - n \sin nt\right]. \tag{6}$$

En différentiant on a pour la vitesse

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{an}{n^2 - p^2}\left[p^2 \sin pt - n^2 \sin nt\right] \tag{7}$$

qui égalée à 0 donne en remplaçant p et n par leurs valeurs en T_1 et T_2

$$\frac{T_2^2}{T_1^2}\cos\frac{\pi t}{T^1} - \cos\frac{\pi t}{T_2} = 0$$

C'est une équation transcendante qu'il faut résoudre par approximations ou graphiquement. Nous avons déterminé ses racines pour le cas $\frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{3}$ ce qui donne pour l'équation ci-dessus,

$$\frac{1}{9}\cos\frac{\pi t'}{3} - \cos\pi t' = 0$$

en faisant $t = T_2 t'$ et $T_1 = 1$. Les deux racines sont $^3/_2$ et 0,47; en outre si t' est une racine, on voit aisément que $3\,K \pm t'$ en est une, K étant un nombre entier. Il en résulte qu'il y a deux durées de demi-oscillations; la plus courte, $0^s,34$, se répète deux fois et chaque couple est séparé par une demi-oscillation plus lente, $0^s,66$. Il y a également deux amplitudes.

LES
FONCTIONS DE GREEN
ET
LEURS DÉRIVÉES SUR LA FRONTIÈRE

PAR

Jules ANDRADE

Pendant longtemps les fonctions de Green et leur existence même furent subordonnées au postulat de l'équilibre électrique ; celui-ci étant admis, on voit immédiatement avec Green les solutions d'un problème particulier de Dirichlet intervenir pour donner une solution formelle du problème général.

Après l'étude intuitive des fonctions de Green, fondée sur la possibilité de l'équilibre électrique, est venue tout naturellement l'étude purement mathématique du problème. Cette étude constitue le premier assaut donné par les géomètres au difficile problème de l'intégration des équations aux dérivées partielles de la physique mathématique ; la citadelle n'est pas encore prise, mais la première brèche a été ouverte par M. Poincaré, élargie par MM. le Roy, Steklof et Zaremba.

L'étude rigoureuse des fonctions de Green peut aujourd'hui être rattachée aux beaux et récents mémoires de M. Zaremba ; toutefois cette question particulière peut être abordée par une méthode très élémentaire que j'ai donnée en 1895 dans mon enseignement à la

Faculté des Sciences de Rennes; cette méthode ne me paraît pas, même aujourd'hui, indigne de l'attention des physiciens; la voici exposée succinctement.

Rappelons d'abord quelques définitions.

La fonction de Green, de pôle P, fait connaître la distribution électrique sur un conducteur (simple ou composé) *maintenu au potentiel zéro* en présence d'une charge électrique $+1$ condensée en un point P du milieu isolant qui baigne le conducteur. La fonction de Green est le potentiel dû, à cette charge fixe et à la couche distribuée par influence; on sait que la méthode d'inversion de William Thomson ramène la détermination de la fonction de Green à la recherche de la distribution naturelle sur un conducteur (simple ou composé) maintenu au potentiel 1.

Je diviserai ce problème en deux autres :

1° Déterminer une fonction V harmonique [1] dans tout l'espace situé hors de certaines surfaces fermées prenant sur ces surfaces la valeur 1 et se comportant à l'infini comme un potentiel.

2° Etablir la continuité des valeurs des dérivées partielles de la fonction V jusque sur la frontière, c'est-à-dire sur la surface même des conducteurs; les valeurs des dérivées normales à la frontière déterminent alors la couche de distribution naturelle sur ces conducteurs.

Le premier problème est résolu par la méthode bien connue du balayage électrique due à M. Poincaré.

Or, je vais montrer que le second problème peut se

[1] Une fonction V est dite harmonique dans un domaine si elle satisfait, dans ce domaine, à l'équation de Laplace :

$$\frac{\delta^2 V}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 V}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 V}{\delta z^2} = 0$$

ramener au premier, lorsqu'on suppose que la surface S du conducteur possède en tous ses points un plan tangent bien déterminé et lorsque de plus l'on peut faire rouler soit intérieurement, soit extérieurement, une bille sphérique B d'un rayon suffisamment réduit, pour que la surface S ne touche la surface de la bille qu'en leur point de contact μ_0.

Le second problème peut encore être généralisé :

Supposons que la surface S puisse être rapportée dans un voisinage suffisant de chacun de ses points μ_0 à des axes cartésiens $\mu_0 X_1$, $\mu_0 X_2$, $\mu_0 X_3$ (l'axe $\mu_0 X_3$ étant la normale à S en μ_0), de manière que dans le voisinage de de μ_0 la surface S soit représentée par une équation de la forme :

$$x_3 = F(x_1, x_2)$$

la fonction F admettant des dérivées d'ordre $K + 1$ finies, en sorte que toutes les dérivées d'ordre K sont finies et continues.

Si la surface fermée S (simple ou composée) vérifie ces conditions, nous dirons que le conducteur est d'indice K.

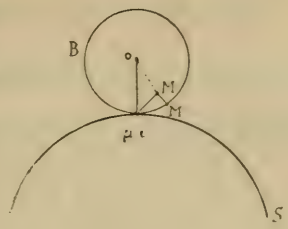
On a alors le théorème suivant : *Si le conducteur est d'indice K, les dérivées d'ordre K de la fonction V fournie par la méthode du balayage sont finies et continues jusque sur la surface frontière S.*

Voici comment on parvient à ce théorème, d'abord pour les valeurs 1 et 2 attribuées à K, puis à le généraliser.

Traçons la bille B tangente extérieurement à μ_0, soit M un point intérieur à la surface de la bille, la droite $M\mu_0$ faisant un angle fini

[1] Extérieurement, c'est-à-dire dans le diélectrique où baigne le conducteur S.

avec le plan tangent, soit M′ un point de la surface de la bille ; soit $MM' = r$;



soient $\begin{cases} x_1, x_2, x_3 \text{ les coordonnées de M,} \\ x'_1, x'_2, x'_3 \text{ les coordonnées de M'} ; \end{cases}$

posons

$$\omega(M) = 1 - V(M) \tag{1}$$

enfin désignons par ρ la distance MO, par R le rayon de la bille, et par α_1, α_2, α_3 les cosinus directeurs du vecteur MM′.

La solution classique du problème de Dirichlet pour le cas particulier de la sphère nous fait connaître $\omega(M)$ par l'ensemble des valeurs $\omega(M')$ au moyen d'une intégrale de surface ; puis nous formons les dérivées de $\omega(M)$ par différentiation sous le signe $\int$; nous obtenons ainsi, en désignant par i et j deux des indices 1, 2, 3, et par $\int_B$ d'une intégrale de surface portant sur la bille B, dont le centre a pour coordonnées ξ_1 ξ_2 ξ_3.

$$\left\{\begin{aligned}
\omega(M) &= \frac{1}{4\pi R}\int_B \frac{R^2-\rho^2}{r^3}\,\omega(M')d\sigma' \\
\frac{\delta\omega}{\delta x_i} &= \frac{1}{2\pi R}\int_B \frac{\xi_i - x_i}{r^3}\,\omega(M')d\sigma' + \frac{3}{4\pi R}\int \frac{R^2-\rho^2}{r^4}\alpha_i\omega(M')d\sigma' \\
\frac{\delta^2\omega}{\delta x_i \delta x_j} &= \frac{\delta(\xi_i - x_i)}{\delta x_j)}\,\frac{1}{2\pi R}\int_B \frac{(\omega M')}{r^3}\,d\sigma' + \frac{3}{2\pi R}\int \frac{(\xi_i - x_i)\alpha_j + (\xi_j - x_j)\alpha_i}{r^4}\,\omega(M')d\sigma' \\
&\quad + \frac{3}{4\pi R}\int_B \frac{R^2-\rho^2}{r^5}(4\alpha_i\alpha_j + N_{ij})\,\omega(M')d\sigma'
\end{aligned}\right. \tag{2}$$

$$\begin{cases} N_{ij} = \alpha_i\alpha_j \text{ si } i \text{ différent de } j. \\ N_{ii} = \alpha^2_i - 1 \end{cases}$$

La discussion des valeurs $\frac{\partial \omega}{\partial x_i}$ suffit à l'étude de l'hypothèse $K = 1$, et la discussion des valeurs de $\frac{\partial^2 \omega}{\partial x_i \partial x_j}$ suffit à l'étude de l'hypothèse $K = 2$.

La première discussion est facile en nous rappelant une remarque déjà faite par M. Poincaré dans la méthode du balayage ; cette remarque est fondée sur l'impossibilité d'un maximum ou d'un minimum pour une fonction harmonique, et elle nous montre que si h' désigne la plus courte distance de M' à la surface S, l'on a :

$$\omega(M) = m'h' \tag{3}$$

m' désignant un nombre positif limité supérieurement ; la fin de la discussion est analogue à la discussion des potentiels de surface, et elle nous montre que M' tendant vers μ_0, les $\frac{\partial \omega}{\partial x_i}$ et les $\frac{\partial V}{\partial x_i}$ tendent vers leurs limites au moins aussi rapidement que $\sqrt{M'\mu_0}$ tend vers zéro.

Ce résultat étant acquis pour tous les points de S, on se débarrasse aisément de la restriction que $M'\mu_0$ fasse un angle fini avec le plan tangent, comme on le fait dans l'étude du potentiel de surface.

Passons à l'hypothèse de $K = 2$.

Pour la discussion des valeurs de $\frac{\partial^2 \omega}{\partial x_i \partial x_j}$, on utilise les résultats déjà acquis pour l'étude des $\frac{\partial \omega}{\partial x_i}$, et on est alors conduit à envisager une somme d'intégrales dont la seule critique contient sous le signe $\int$ un facteur de la forme :

$$ax'^2 + 2bx'y' + cy'^2$$

qui permet de poser dans le voisinage de μ_0

$$h' = ax'^2 + 2bx'y' + cy'^2 + f_3$$

(f_3 désignant une forme cubique de x' et y' à coefficients limités).

Si m_0 désigne alors un coefficient proportionnel à la densité électrique assurée par l'étude de l'hypothèse $K = 1$, nous considérons, au lieu de la fonction ω déjà employée, la fonction

$$(4) \quad A = \omega - m_0 \left[a x_1^2 + 2b x_1 x_2 + c x_2^2 - (a + c) x_3^2 \right]$$

qui est *harmonique*, et à laquelle seront applicables les formules précédentes, mais pour laquelle disparaîtront des termes d'apparence critique dont l'étude eût été embarrassante, x_3 est en effet infiniment petit d'ordre supérieur au premier.

Nous démontrons ainsi la continuité des dérivées $\frac{\delta^2 A}{\delta x_i \delta x_j}$, d'où résulte alors immédiatement celle des dérivées $\frac{\delta^2 V}{\delta x_i \delta x_j}$

Enfin, comme généralisation de la transformation (4), nous utiliserons la proposition suivante :

Etant donnée une fonction homogène u_p des seules variables x et y et de degré p par rapport à ces variables, on peut toujours compléter le polynome u_p par une forme V_p de degré p par rapport aux trois variables x, y, z, et telles que le polynome $u_p + V_p$ soit harmonique, V_p contenant d'ailleurs z en facteur.

Cette propriété, dont la démonstration est immédiate, permet de compléter les formules (2) et de démontrer que si le théorème énoncé est vrai pour une certaine valeur entière de l'indice K et pour les valeurs moindres, il sera vrai pour une valeur immédiatement supérieure de l'entier K.

La transformation de Thomson par inversion montre alors que la fonction de Green de pôle P, relative à un conducteur (simple ou composé), admet sur la frontière S des dérivées normales intérieures $\frac{\delta G}{\delta n_i}$ formant un ensemble continu.

On sait alors avec Green que si dans un domaine le problème de Dirichlet est soluble, la fonction W, harmonique hors S, se comportant à l'infini[1] comme un potentiel et prenant des valeurs données à l'avance (W) sur S, est donnée en un point P extérieur à S par la formule suivante, où l'intégrale de surface porte sur la frontière S :

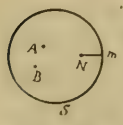
$$(5) \qquad W(P) = \int_S \frac{1}{4\pi} \frac{\delta G}{\delta n_i} (W) d\sigma$$

Je crois devoir établir ici la réciproque de cette célèbre proposition de Green.

Nous établirons quelques propriétés des fonctions de Green essentielles pour notre objet ; rappelons d'abord le théorème de Riemann. Si on désigne par $G_P(Q)$ la valeur au point Q d'une fonction de Green de pôle P, on a : $G_A(M) = G_M(A)$.

Nous établirons ensuite les trois théorèmes suivants :

Théorème I. dn_i désignant toujours un déplacement parallèle à la normale intérieure en m, la fonction $\frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i}$ varie d'une manière continue avec les coordonnées $a.b.c.$ du pôle A. Considérons, par exemple, une fonction de Green intérieure à S, soit N un point intérieur à S infiniment voisin de m sur la normale en m à S, soient A et B deux points quelconques à distance finie de S.



[1] Cette restriction serait inutile si le domaine est fermé.

Nous avons, d'après le théorème, des accroissements finis

$$\frac{G_A(N)}{Nm} = \frac{\delta G_A(m')}{\delta n_i},$$

m' désignant un certain point intermédiaire entre m' et N.

Or, soit Φ le potentiel de distribution naturelle sur la surface Σ_A transformée de S par une inversion de pôle A et de puissance 1, soit μ' le transformé de m', soit dV_e un déplacement transformé de Nm, on a, par le procédé de l'inversion :

$$\frac{\delta G_A(m')}{\delta n_i} = \frac{\delta\left(\frac{1}{Am'}\right)}{\delta n_i}\left[1 - \Phi(\mu')\right] - \frac{1}{Am'^3}\frac{\delta\Phi}{\delta v_e}(\mu')$$

$1 - \Phi(\mu')$ tend *uniformément* vers 1 quand Nm et mm' tendent vers zéro ; d'ailleurs $\frac{\delta\Phi(\mu)}{\delta v_e}$ tend uniformément vers sa limite quand N tend vers m. On peut donc écrire ε et ε', étant des infiniment petits avec Nm :

$$\frac{G_A(N)}{Nm} = \frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i} + \varepsilon$$

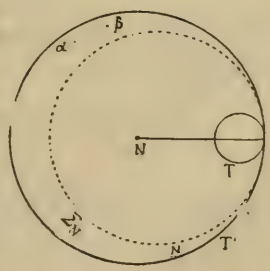
$$\frac{G_B(N)}{Nm} = \frac{\delta G_B(m)}{\delta w_i} + \varepsilon'$$

d'où, en vertu du théorème de Riemann :

$$(6) \qquad \frac{G_N(B) - G_N(A)}{Nm} = \frac{\delta G_B(m)}{\delta w_i} - \frac{\delta G_A(m)}{\delta w_i} + \varepsilon' - \varepsilon.$$

Mais faisons maintenant une inversion de pôle N :

S se change en une surface Σ_N tangente à deux sphères de grand rayon et tangentes entre elles ; les points A et B viennent en α et β en dehors de Σ_N et à distance finie de Σ_N, et si Ψ est la fonction V de distribution naturelle relative à Σ_N



$$(7) \qquad \frac{G_N(B) = \pm_{NB} - \pm_{NB}\Psi(\beta)}{G_N(A) = \pm_{NA} - \pm_{NA}\Psi(\alpha)}$$

les seconds membres de (7) ont une différence de l'ordre de AB.

Il sufffra donc, d'après (6), de prendre le rapport $\frac{AB}{Nm}$ assez petit pour que la différence

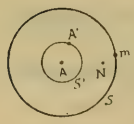
$$\frac{\delta G_A(m')}{\delta n_i} - \frac{\delta G_B(m)}{\delta n_i}$$

soit aussi petite qu'on veut.

$\frac{\delta G_A(m)}{\delta w_i}$ est une fonction continue des coordonnées a, b, c du point A.

Corollaire. Dès lors revenons à l'égalité

$$\frac{\delta G_A(m)}{\delta w_i} = \frac{G^N(A)}{Nm} + \varepsilon$$



Plaçons le point A à l'intérieur d'une sphère S' de rayon R' dont la surface lieu de A' est intérieure à S, soit ρ la distance de A au centre de S', on aura, en faisant $AA' = r$

$$\frac{G_N(A)}{Nm} = \frac{1}{4\pi R'}\int_{S'} \frac{R'^2 - \rho^2}{r^3} G_N(A')d\sigma'$$

l'intégrale de surface portant sur S', et par suite

$$\frac{G_N(A)}{Nm} \frac{1}{4\pi R'}\int \frac{R'^2 - \rho^2}{r^3} \frac{G_N(A')}{Nm} d\sigma'$$

d'où l'on conclura enfin, par le théorème de Riemann énoncé plus haut :

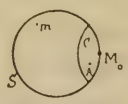
$$\frac{\delta G_A(m)}{\delta w_i} = \frac{1}{4\pi R'}\int_{S'} \frac{R'^2 - C^2}{r3} \frac{\delta G_{A'}(m)}{\delta w_i} d\sigma'$$

formule qui montre que la fonction $\frac{\delta G_A(m)}{\delta i_i}$ est harmo-

nique par rapport au pôle A, ou que

$$(8) \qquad \frac{\delta^3 G_A(m)}{\delta n_i \delta a^2} + \frac{\delta^3 G_A(m)}{\delta n_i \delta b^2} + \frac{\delta^3 G_A(m)}{\delta n_i \delta c^2} = 0$$

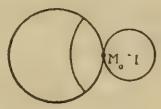
Théorème II. Etant donnée une calotte C entourant sur la surface S le point M_0 si l'on désigne par C′ la calotte complémentaire, on peut toujours prendre un point A intérieur à S assez voisin de M_0 pour que l'intégrale suivante sur la calotte C′



$$\frac{1}{\pi} \int_{C'} \frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i} d\sigma$$

soit aussi petite qu'on le voudra.

En effet, nous pouvons par hypothèse faire rouler extérieurement à S une bille tangente de rayon supérieur à une longueur assignable ; plaçons cette bille tangente en M_0 à la surface S, soit I le centre de cette bille ; considérons la fonction



$$U = \frac{1}{MI}$$

nous aurons pour tout point m de la calotte C′, α désignant un nombre positif limité supérieurement par l'inégalité :

$$0 < \alpha < U(M_0) - U(m)$$

et partout sur S nous avons :

$$U(M_0) > U(m)$$

mais d'après le théorème de Green appliqué à la fonction harmonique U,

$$(9) \qquad U(A) = \frac{1}{4\pi} \int \frac{U(m)\delta G_A(m)}{\delta n_i} d\sigma$$

ce que l'on peut écrire :

$$I_0) - U(A) = \frac{1}{4\pi} \text{ par devant} \int_{C'} [U(M_0) - U(m)] \frac{\delta G}{\delta n_i} d\sigma + \frac{1}{4\pi} \int_{c} [U(M_0) - U(m)] \frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i} d\sigma$$

les deux intégrales du second membre sont positives ; donc

$$\frac{\alpha}{4\pi}\int_{C'}\frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i}\,d\sigma < U(M_0) - U(A)$$

ceci posé, on peut choisir A aussi voisin de M^0, pour que $U(M_0) - U(A)$ soit moindre que $m\alpha^2$, m étant fini, l'intégrale précédente donne alors

$$\frac{1}{4\pi}\int_{C'}\frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i}\,d\sigma < m\alpha \qquad c, q, f, d$$

Théorème III. Soit S d'une surface fermée. La fonction de Green intérieure $G_A(M)$ satisfait à la relation

$$\frac{1}{4\pi}\int_{S}\frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i}\,d\sigma = 1$$

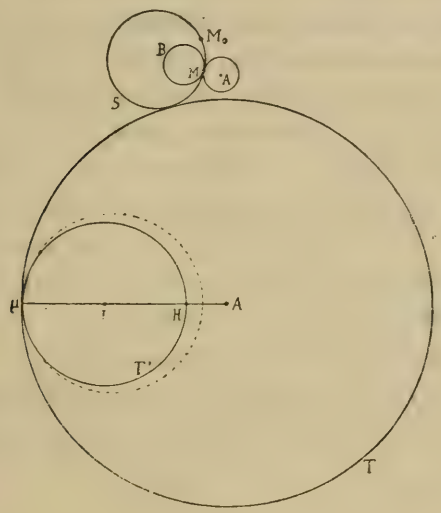
et la fonction de Green extérieure satisfait à la condition suivante :

$$\text{Lim.}\int_{S}\frac{\delta G_A(m)}{\delta n_i}\,d\sigma = 1 \text{ lorsque A tend vers } M_0.$$

Lorsqu'il s'agit de la fonction de Green intérieure, on peut appliquer le théorème direct de Green à la fonction $U = 1$, et la première partie du théorème est justifiée de suite.

Lorsqu'il s'agit d'une fonction de Green extérieure, nous emploierons encore la transformation de Thomson ; elle nous montre que l'intégrale $\frac{1}{4\pi}\int_{S}\frac{\delta G}{\delta n_i}dv$ est la valeur prise en A par le potentiel de la distribution naturelle sur la surface Σ transformée de S par rapport au pôle A, lorsque cette surface est maintenue au potentiel 1.

A étant extérieur à S, considérons alors la sphère du centre A et tangente à S en M, et d'autre part une bille B de rayon sensible tangente intérieurement à S en M ; la première sphère se change en une sphère T de centre A, et la bille B se change en une sphère T′ tangente à la première en μ, point transformé de M ; la surface Σ transformée de S, tangente en μ aux deux sphères, passe entre les deux sphères, tout en laissant le point A à son extérieur.



Soient alors φ, W, W′ les potentiels de distribution naturelle sur Σ, T et T′ envisagés isolément, on a évidemment dans tout l'espace $W > \Phi > W'$, et en particulier $1 > \Phi(A) > W'(A)$; d'ailleurs la droite $A\mu$ perce la sphère T′ au point μ, très éloigné de A, et en un point H situé à distance finie de A, et si I est le centre de la sphère T′

$$W'(A) = \frac{I\mu}{IA} = \frac{I\mu}{I\mu + HA}$$

$$1 - W'(A) = \frac{HA}{I\mu + HA} < \frac{HA}{I\mu}$$

Or, quand A tend vers M_0, $I\mu$ croît indéfiniment. $\Phi(A)$ a donc pour limite 1.

Au moyen des trois théorèmes précédents, on justifiera aisément la solution formelle du problème de Dirichlet par l'emploi des fonctions de Green.

Il suffira de décomposer l'intégrale de surface de la formule (5) en deux, l'une relative à la calotte C′ et l'autre relative à la calotte complémentaire C, choisie au préalable assez petite autour de M_0 pour que en tout point m de la calotte C la différence $W(M_0 - W(m)$ soit en valeur absolue aussi petite qu'on voudra, ce qui est possible vu la continuité de $W(m)$; on démontrera alors immédiatement que la fonction W(P), définie par (5), tend vers $W(M_0)$ lorsque (P) tend vers M_0.

Enfin, la fonction W(P) est harmonique en vertu de la propriété (8) et la méthode de Green pour assurer la solution du problème de Dirichlet est rigoureusement justifiée.

Je terminerai ce mémoire par une remarque fort importante.

On peut interpréter le théorème I donné plus haut en disant que lorsqu'on applique la méthode du balayage électrique à des surfaces transformées d'une même surface par des inversions de pôles différents, la fonction V trouvée varie d'une manière continue avec la

position de ce pôle, en même temps que ses dérivées premières jusque sur la frontière.

On déduit de cette simple remarque le théorème fondamental relatif aux phénomènes d'influence dus à des charges fixes ou continues quelconques *situées à distance finie* des conducteurs. Ce théorème s'énonce ainsi :

Dans les phénomènes d'influence qui ont lieu sous l'action de charges *isolées ou continues*, la distribution des *couches électriques sur les conducteurs d'indice K produit un potentiel dont les dérivées d'ordre K sont continues jusqu'à et sur la frontière du diélectrique*, c'est-à-dire jusque sur les conducteurs.

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE

DU

MOUVEMENT DES CORPS

(SOLIDES ET FLUIDES)

PAR

René de SAUSSURE

(*Suite*[1].)

(avec les planches I et II)

---

§ 2. *Des mouvements de torsion.*

Le paragraphe précédent doit être considéré comme une digression sur les mouvements infiniment petits, car nous avons surtout en vue l'édification d'une théorie des déplacements *finis* à un ou plusieurs paramètres.

Nous avons terminé, dans le chapitre précédent, l'étude des mouvements de translation et de rotation. Il nous reste à dire quelques mots des mouvements de *torsion*. L'intérêt de ces mouvements consiste en ce que le mouvement le plus général d'un corps solide dans l'espace est un mouvement de torsion, lorsque le corps solide ne possède qu'*un seul* degré de liberté. Toutefois, nous verrons, dans la seconde partie de ce

[1] Voir *Archives*, juillet 1904, t. XVIII.

travail, que les mouvements de torsion ne peuvent pas être pris comme base d'une théorie générale des mouvements finis à *plusieurs* paramètres.

Des torsions à un paramètre.

Considérons un corps fixe C_0 et une surface réglée Δ_0 ; construisons les corps C symétriques de C_0 par rapport aux différentes génératrices de la surface réglée. Ces corps sont tous égaux entre eux et leur nombre est simplement infini ; l'ensemble de ces corps constitue, par définition, un *mouvement de torsion à un paramètre* $\mathfrak{T}_m^1$, l'indice m désignant l'ordre de la torsion, ordre qui dépend de la nature de la surface réglée Δ_0.

Afin d'arriver à une définition mécanique des mouvements de torsion à un paramètre, montrons d'abord que *lorsqu'un corps subit une torsion infiniment petite, ce corps pivote et glisse sur une droite fixe :* soient, en effet, B_0 et B_0' deux génératrices consécutives de la surface Δ_0 et soit A_0 leur perpendiculaire commune ; si l'on construit les corps C et C′ symétriques de C_0 par rapport aux deux génératrices B_0 et B_0', la droite A_0 considérée comme une droite du corps C_0 coïncidera avec ses symétriques A et A′ dans les corps C et C′, puisque cette droite A_0 rencontre à angle droit les deux axes de symétrie B_0 et B_0' ; la droite A du corps mobile C reste donc en coïncidence avec A_0 pour deux positions consécutives de ce corps, ce qui démontre la proposition. La droite A (ou A_0) est ce qu'on appelle l'*axe instantané* de la torsion.

Passons aux mouvements de torsion de grandeur finie : le lieu des axes instantanés tels que A_0, c'est-à-

dire des perpendiculaires communes à deux génératrices consécutives de la surface Δ_0, est une certaine surface réglée Γ_0 qui a même ligne de striction que la surface Δ_0 ; nous dirons que les surfaces Γ_0 et Δ_0 sont *supplémentaires* l'une de l'autre. Le lieu des axes instantanés tels que A (c'est-à-dire le lieu des axes considérés comme faisant partie du corps C) est une surface Γ dont les génératrices viennent coïncider successivement avec celles de la surface fixe Γ_0 pendant le mouvement du corps. Les surfaces Γ et Γ_0 se raccordent constamment suivant leur génératrice commune A_0 ; ces surfaces sont applicables l'une sur l'autre. On donne quelquefois le nom de *viration* à ce pivotement et glissement continu d'une surface réglée sur une autre qui lui est applicable.

Dans tout mouvement de torsion à un paramètre, les surfaces réglées Γ et Γ_0, qui virent l'une sur l'autre, sont des surfaces symétriques l'une de l'autre par rapport à une génératrice B_0 de la surface supplémentaire Δ_0, car les génératrices de Γ et Γ_0 sont des droites correspondantes dans les corps C et C_0 et ces corps sont symétriques par rapport à la droite B_0, d'après la définition du mouvement de torsion.

Réciproquement, *si une surface réglée Γ vire sur une surface Γ'_0 symétrique de Γ par rapport à une génératrice de la surface supplémentaire, en entraînant un corps solide C, ce corps subira un mouvement de torsion*, car il restera constamment symétrique d'un corps fixe C_0 par rapport à celle des génératrices de cette surface supplémentaire, qui est tangente aux deux surfaces Γ.

Enfin, si l'on désigne par Δ la surface supplémen-

taire de Γ, les surfaces Δ et Δ_0 seront symétriques l'une de l'autre par rapport à leur génératrice commune B_0 et ces surfaces se raccorderont le long de B_0.

Si B' et B_0' sont les génératrices de Δ et de Δ_0 qui sont infiniment voisines de B_0, la viration élémentaire de Γ sur Γ_0 autour de la droite A_0, amènera la droite B' en coïncidence avec B_0', c'est-à-dire que la droite B' décrira un élément de surface de vis passant par la droite B_0'. Cette surface de vis passe aussi par B_0 car les droites B' et B_0' sont symétriques l'une de l'autre par rapport à B_0. L'élément $B'B_0$ de la surface Δ se visse donc exactement sur l'élément B_0B_0' de la surface Δ_0. Ainsi, *pendant que la surface* Γ *vire sur la surface* Γ_0, *les surfaces supplémentaires* Δ *et* Δ_0 *sont vissées l'une sur l'autre.*

Dans le cas particulier où la ligne de striction de la surface Γ_0 est une trajectoire orthogonale des génératrices de cette surface, la viration de la surface Γ sur la surface Γ_0 se réduit a un roulement. Les surfaces supplémentaires Δ et Δ_0 sont alors des surfaces développables car leur génératrice B_0 est, dans ce cas, tangente à la ligne de striction ; et, tandis que les surfaces Γ roulent l'une sur l'autre sans glisser, les surfaces Δ glissent l'une sur l'autre sans rouler.

On voit que dans les mouvements de torsion, la génératrice B_0 des surfaces supplémentaires de Γ et Γ_0 joue le même rôle que le plan tangent commun aux surfaces roulantes dans les mouvements de rotation. En effet, la droite B_0 est une tangente commune aux deux surfaces de viration. Nous dirons donc qu'une torsion à un paramètre est d'ordre m, lorsque $(m+1)$ droites sont nécessaires pour déterminer complètement

les surfaces Δ, c'est-à-dire les surfaces supplémentaires des surfaces de viration Γ.

D'après cette définition, $m = 1$ lorsque la surface de viration Γ se réduit à une simple droite, car deux droites déterminent une seule perpendiculaire commune. *La torsion du premier ordre à un paramètre* ($\mathfrak{T}_1^1$) *est donc un mouvement produit par une droite* Γ_0 *qui vire sur elle-même*, c'est-à-dire que *le corps C qui subit une torsion* $\mathfrak{T}_1^1$ *pivote et glisse sur une droite fixe* Γ_0. Il n'en résulte pas nécessairement que la torsion $\mathfrak{T}_1^1$ soit un mouvement *hélicoïdal*, car il n'est pas nécessaire que le glissement sur la droite Γ_0 soit constamment proportionnel à la rotation autour de cette droite. Toute surface réglée Δ_0, dont les génératrices rencontrent Γ_0 à angle droit (conoïde droit), est une surface supplémentaire de Γ_0.

Les deux cas les plus intéressants sont ceux où la surface Δ_0 est un *hélicoïde à plan directeur* ou un *conoïde de Plücker*. Dans le premier cas, tous les points du corps C décrivent des hélices (mouvement hélicoïdal) ; dans le second cas, tous les points du corps décrivent des ellipses. On le voit immédiatement en se rappelant que la trajectoire d'un point M du corps C est le lieu des points symétriques d'un point fixe M_0 (du corps C_0) par rapport aux différentes droites de la surface réglée Δ_0 ; ces points symétriques s'obtiennent en abaissant du point M_0 des perpendiculaires sur les génératrices de la surface Δ_0 et prolongeant ces perpendiculaires d'une longueur égale à elle-même. La trajectoire du point M est donc une courbe semblable à celle formée par les pieds des perpendiculaires abaissées d'un point M_0 sur les génératrices de Δ_0. Or,

on sait que ce lieu est une ellipse lorsque la surface Δ_0 est un conoïde de Plücker.

Les torsions à un paramètre ne présentent pas de singularités analogues à celles des rotations à un paramètre. En effet, soit C_0 le corps fixe et Δ_0 la surface réglée qui définit la torsion ; pour qu'un point M du corps C puisse venir coïncider avec le point correspondant M_0 du corps C_0, il faudrait que M_0 se trouva sur l'une des géneratrices de Δ_0. Pour qu'un plan P du corps C puisse coïncider avec le plan correspondant P_0, il faudrait que P_0 contînt une des génératrices de Δ_0 ou fût perpendiculaire à l'une de ces génératrices. Enfin, pour qu'une droite D pût coïncider avec la droite correspondante D_0, il faudrait que D rencontra à angle droit une des génératrices de Δ_0. Or, ces conditions ne sont pas remplies, tant que les éléménts M, D ou P sont des éléments quelconques du corps C.

Remarque : On sait qu'étant données deux positions arbitrairement choisies C et C′ d'un corps solide, on peut toujours faire passer ce corps de la position C à la position C′ en le faisant pivoter et glisser sur une droite fixe. On peut donc dire que *le mouvement le plus général à un paramètre d'un corps solide est une torsion* $\mathfrak{T}^1_1$. Du reste, si l'axe de la torsion $\mathfrak{T}^1_1$ est déterminé, le conoïde Δ_0 qui définit la torsion est indéterminé. On peut prendre aussi bien un conoïde de Plücker qu'un hélicoïde à plan directeur.

Des torsions à deux paramètres.

Considérons un corps fixe C_0 et un système continu de droites en nombre doublement infini ; ces droites

forment une congruence Δ_0. Construisons tous les corps C symétriques de C_0 par rapport aux différentes génératrices de la congruence Δ_0. Ces corps seront égaux entre eux et leur nombre sera doublement infini. L'ensemble de ces corps constitue, par définition, un *mouvement de torsion à deux paramètres* et ce mouvement sera représenté par le symbole $\mathfrak{T}^2_m$, l'indice m désignant l'ordre de la torsion. Cet indice dépend de la nature de la congruence Δ_0.

Toute torsion à deux paramètres présente les singularités suivantes : 1°) *tout point M du corps C décrit une surface trajectoire qui possède un point multiple au point correspondant M_0 du corps C_0*, car le point M coïncidera avec M_0 toutes les fois que le corps C sera symétrique du corps C_0 par rapport à une droite passant par M_0 ; or, la congruence Δ_0 contient une ou plusieurs droites passant par M_0 et l'on voit que l'ordre de multiplicité du point M_0 est égal à l'ordre de la congruence Δ_0 ; la surface trajectoire du point M possède donc, en général, plusieurs nappes se croisant au point M_0 et les plans tangents à ces différentes nappes sont, respectivement, perpendiculaires aux génératrices de la congruence Δ_0 qui passent au point M_0.

2°) *Tout plan P du corps C enveloppe une surface trajectoire qui possède un plan tangent multiple P_0*, car le plan P coïncidera avec son correspondant P_0 toutes les fois que le corps C sera symétrique du corps C_0 par rapport à une droite située dans le plan P_0 ou perpendiculaire à ce plan ; or, la congruence Δ_0 contient une ou plusieurs droites situées dans le plan P_0 ou perpendiculaires à ce plan et l'on voit que l'ordre de multiplicité du plan tangent P_0 est égal à la somme de l'ordre et de la classe de la congruence Δ_0.

3°) *Toute droite D du corps C décrit une congruence qui possède une génératrice multiple D_0 ;* en effet, la droite D coïncidera avec la droite correspondante D_0 toutes les fois que le corps C sera symétrique du corps C_0 par rapport à une droite rencontrant D_0 à angle droit ; or, la congruence Δ_0 possède une ou plusieurs génératrices qui rencontrent D_0 sous un angle droit.

De la torsion du premier ordre à deux paramètres : soit m le nombre des droites qui rencontrent D_0 à angle droit et qui font partie de la congruence Δ_0 ; on dira que la torsion à deux paramètres, définie par la congruence Δ_0, est d'*ordre m*.

D'après cette définition, *la torsion du premier ordre à deux paramètres* ($\mathfrak{S}_1^2$) *serait la torsion définie par une congruence de Ball* Δ_0.

Nous avons vu, au paragraphe précédent, que les génératrices d'une congruence de Ball qui sont parallèles à un plan arbitrairement donné forment un conoïde de Plücker ; il n'y a donc qu'une génératrice de cette congruence qui rencontre, à angle droit, une droite arbitrairement donnée.

Pour qu'une torsion à un paramètre soit contenue dans une torsion à deux paramètres, il faut que la surface réglée qui définit la première torsion soit contenue dans la congruence qui définit la seconde. Dans ce cas, la ligne trajectoire décrite par un point dans la torsion à un paramètre est située sur la surface trajectoire décrite par ce même point dans la torsion à deux paramètres. Réciproquement, tout mouvement à un paramètre contenu dans une torsion à deux paramètres, est une torsion à un paramètre.

Comme une congruence de Ball contient une double

infinité de conoïdes de Plücker, on voit qu'*une torsion* $\mathfrak{T}_1^2$ *contient une double infinité de torsions* $\mathfrak{T}_1^1$, ou si l'on veut : *étant données deux positions arbitrairement choisies d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}_1^2$, *la torsion* $\mathfrak{T}_1^1$ *qui joint ces deux positions est contenue toute entière dans la torsion* $\mathfrak{T}_1^2$. Il résulte de cette proposition qu'un point qui subit une torsion $\mathfrak{T}_1^2$ engendre *une surface trajectoire qui contient une double infinité d'ellipses* (et cette surface n'est pas un ellipsoïde ; en effet, la congruence de Ball étant du troisième ordre, cette surface trajectoire possède un point triple).

Remarque : Etant données trois positions C, C′, C″ arbitrairement choisies d'un corps solide, il existe toujours un corps C_0 *et trois droites déterminées* B_0, B_0', B_0'' *telles que les trois corps C, C′, C″ soient respectivement symétriques du corps* C_0 *par rapport aux droites* B_0, B_0', B_0''. La démonstration de ce théorème est identique à celle du théorème analogue en géométrie plane, que nous avons indiquée dans le premier chapitre[1].

On voit donc que : *par trois positions arbitrairement données d'un corps solide, on peut toujours faire passer une torsion* $\mathfrak{T}_1^2$; il suffit, en effet, de déterminer les trois droites B_0, B_0', B_0'' et le corps C_0 correspondant aux trois corps donnés C, C′, C″, puis de construire une congruence de Ball contenant les trois droites B_0, B_0', B_0'' ; la torsion définie par le corps C_0 et par cette congruence sera une torsion $\mathfrak{T}_1^2$, contenant les trois positions données C, C′, C″.

On peut donc dire, dans ce sens, que *le mouvement à deux paramètres le plus général est une torsion* $\mathfrak{T}_1^2$, ce qui revient à dire que toutes les propriétés d'une

[1] Voir *Archives*, 1902, t. XIII, p. 436.

torsion $\mathfrak{T}_1^2$ seront vraies pour un mouvement quelconque à deux paramètres, tant que ce mouvement est infiniment petit. Ainsi, par exemple de ce que les génératrices d'une congruence de Ball qui sont parallèles à un même plan, forment un conoïde de Plücker, on déduit que par chaque génératrice d'une congruence de Ball passent une infinité de conoïdes appartenant à la congruence et que les axes de tous ces conoïdes forment eux-mêmes un conoïde de Plücker (puisque ces axes sont les génératrices de la congruence réciproque qui sont parallèles à un même plan). Par suite, *dans tout mouvement à deux paramètres, on peut, à partir d'une position donnée du corps mobile C, effectuer une infinité de torsions élémentaires à un paramètre* (ou de mouvements hélicoïdaux) *et le lieu des axes de ces mouvements est un conoïde de Plücker.*

Mais si cette méthode permet de démontrer facilement la plupart des théorèmes relatifs aux déplacements infiniment petits à deux paramètres, elle n'est pas très satisfaisante, car *trois droites ne déterminent pas complètement une congruence de Ball;* donc, par trois corps égaux et arbitrairement situés dans l'espace on peut faire passer une *infinité* de torsions $\mathfrak{T}_1^2$.

Il en résulte que les mouvements de torsion ne sont pas propres à servir de modèles aux déplacements finis à plusieurs paramètres. D'ailleurs, il n'existe pas de torsion à *cinq* paramètres, alors qu'un corps solide peut posséder cinq degrés de liberté. Dès lors, les mouvements de torsion n'offrent qu'un intérêt relatif pour le but que nous poursuivons, c'est pourquoi nous ne dirons que quelques mots des torsions à 3 et à 4 paramètres.

Des torsions à trois paramètres.

Considérons un corps fixe C_0 et un système continu de droites en nombre triplement infini ; ces droites forment un complexe que nous indiquerons par Δ_0. Construisons tous les corps C symétriques de C_0 par rapport aux différentes droites du complexe Δ_0 ; l'ensemble de ces corps constitue un *mouvement de torsion à trois paramètres* et ce mouvement sera représenté par le symbole $\mathfrak{T}_m^3$, l'indice m désignant l'ordre de la torsion, indice qui dépend de la nature du complexe Δ_0.

Les torsions à trois paramètres présentent les singularités suivantes : 1°) tout point M du corps mobile C coïncidera successivement avec tous les points de l'espace et, en particulier, avec son point correspondant M_0 du corps C_0 ; *le point M_0 est un point singulier du mouvement du point M* ; en effet, le point M coïncidera avec M_0 toutes les fois que la droite qui décrit le complexe Δ_0 passera par M_0, ce qui arrivera une infinité de fois, puisque les droites du complexe, qui passent en M_0, forment un cône. Or, l'ensemble des corps C symétriques de C_0 par rapport aux différentes génératrices de ce cône forme une rotation[1] à un paramètre

[1] Une rotation à un paramètre autour d'un point fixe M_0 est par définition l'ensemble des positions que prend un corps C qui reste constamment symétrique d'un corps fixe C'_0 par rapport à un plan mobile P qui enveloppe un cône de sommet M_0. Mais si l'on considère le corps C^0 symétrique de C'_0 par rapport au point M_0, il est facile de voir que les corps C_0 et C sont symétriques l'un de l'autre par rapport à la normale D au plan P, qui passe par le point M_0. Ainsi, pendant que le plan P enveloppe un cône de sommet M_0, la droite D décrit le cône supplémentaire; les corps

(R_n^1) autour du point M_0 ; donc, *toutes les fois que le point M vient coïncider avec M_0, le corps C peut subir une rotation sphérique à un paramètre autour du point M_0 sans sortir de la torsion à trois paramètres.*

2°) Tout plan P du corps mobile C occupera successivement toutes les positions possibles dans l'espace et, en particulier, la position P_0 du plan correspondant dans le corps C_0. *Le plan P_0 est un plan singulier du mouvement du plan P* : en effet, ces deux plans coïncideront pour toutes les droites du complexe Δ_0 qui sont situées dans le plan P_0 ou qui sont perpendiculaires à P_0, ce qui arrivera deux infinités de fois puisque les droites du complexe qui sont dans le plan P_0 enveloppent une courbe et que celles qui sont normales à P_0 forment un cylindre. En raisonnant comme précédemment, on voit que : *lorsque le plan P vient coïncider avec le plan P_0, le corps C peut, sans sortir de la torsion à trois paramètres, ou bien subir une rotation[1] plane (R_n^1) parallèle au plan P_0,*

C_0 et C'_0 restent tous deux fixes, et le corps C, qui subit la rotation sphérique, reste, d'une part, symétrique de C'^0 par rapport aux différents plans tangents au premier cône ; d'autre part, symétrique de C_0 par rapport aux différentes génératrices du cône supplémentaire.

Si le plan P prend toutes les positions possibles autour de M_0, le corps C effectue une rotation sphérique à deux paramètres ; cette rotation peut donc être considérée soit comme l'ensemble des corps C symétriques d'un corps fixe C'_0 par rapport aux différents plans d'une gerbe, soit comme l'ensemble des corps C symétriques d'un corps fixe C_0 par rapport aux différentes droites d'une gerbe.

[1] Une rotation plane (R^1_n) parallèle à un plan fixe P_0 a été définie comme l'ensemble des positions que prend un corps C qui reste constamment symétrique d'un corps fixe C'_0 par rapport à un plan P qui se déplace en restant perpendiculaire à P_0. Mais si l'on considère le corps C_0 symétrique de C'_0 par rapport au plan

ou bien subir une translation (T^1_p) *parallèle*[1] *au plan* P_0.

3°) Toute droite D du corps C engendre un complexe tel que *la droite correspondante* D_0 *est une droite multiple de ce complexe ;* en effet, la droite D coïncidera avec D_0 pour toutes les génératrices du complexe Δ_0 qui rencontrent D_0 à angle droit, c'est-à-dire une infinité de fois et l'on voit que : *lorsque la droite D vient coïncider avec la droite* D_0, *le corps C peut subir une torsion* ($\mathfrak{T}^1_1$) *sans sortir de la torsion à trois paramètres*, puisque les génératrices qui rencontrent D_0 à angle droit forment un conoïde droit.

Pour qu'une torsion à un (ou à deux) paramètres soit contenue dans une torsion donnée à trois paramètres, il suffit que la surface réglée (ou la congruence)

fixe P_0, il est facile de voir que les corps C_0 et C sont symétriques l'un de l'autre par rapport à la droite d'intersection D des plans P et P_0. Ainsi, pendant que le plan P se déplace (en restant normal à P_0), la droite D se déplace dans le plan P_0 et le corps C reste symétrique du corps fixe C_0 par rapport à cette droite D. Donc, un corps qui se déplace en restant symétrique d'un corps fixe par rapport à une droite D mobile dans un plan fixe P_0 engendre bien une rotation plane parallèle au plan P_0.

[1] Une translation plane (T^1_p) parallèle à un plan fixe P_0 a été définie comme l'ensemble des positions que prend un corps C qui reste constamment symétrique d'un corps fixe C'_0 par rapport à un point M qui se déplace dans le plan P_0. Mais si l'on considère le le corps C_0 symétrique de C'_0 par rapport au plan fixe P_0 il est facile de voir que les corps C et C_0 sont symétriques l'un de l'autre par rapport à la normale D au plan P_0, qui passe par le point M. Ainsi, pendant que le point M se déplace dans le plan P_0, la droite se déplace en restant normale au plan P_0 et le corps C reste symétrique du corps fixe C_0 par rapport à cette droite D. Donc, un corps qui se déplace en restant symétrique d'un corps fixe par rapport à une droite mobile D, qui reste normale à un plan fixe P_0, engendre bien une translation plane parallèle au plan P_0.

qui définit la torsion à un ou à deux paramètres soit contenue dans le complexe qui définit la torsion à trois paramètres.

Nous dirons qu'une torsion à trois paramètres est du premier ordre ($\mathfrak{T}_1^3$) lorsque le complexe Δ_0, qui définit la torsion, est un *complexe de Ball*. Dans un tel complexe, il existe toujours un conoïde de Plücker joignant deux génératrices arbitrairement choisies dans le complexe et il existe aussi toujours une congruence de Ball, joignant trois génératrices arbitrairement choisies dans ce complexe, par suite : 1°) *étant données deux positions d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}_1^3$ *il existe toujours une torsion* $\mathfrak{T}_1^1$ *joignant ces deux positions et contenue toute entière dans la torsion* $\mathfrak{T}_1^3$. 2°) *étant données trois positions d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}_1^3$, *il existe une torsion* $\mathfrak{T}_1^2$ *passant par ces trois positions et contenue toute entière dans la torsion* $\mathfrak{T}_1^3$.

Remarque : La torsion $\mathfrak{T}_1^3$ n'est pas le mouvement le plus général d'un corps solide qui possède trois degrés de liberté.

Des torsions à quatre paramètres.

Considérons un corps fixe C_0 et construisons tous les corps C symétriques de C_0 par rapport aux différentes droites de l'espace ; l'ensemble de ces corps est quadruplement infini et constitue, par définition, un *mouvement de torsion à quatre paramètres*. Toutes les torsions à quatre paramètres sont identiques et leur symbole est $\mathfrak{T}_1^4$.

La torsion à quatre paramètres présente les particu-

larités suivantes : 1°) Tout point M du corps C coïncidera une infinité de fois avec chaque point de l'espace, car deux points quelconques M et M_0 sont symétriques l'un de l'autre par rapport à toute droite B_0 qui est perpendiculaire sur le milieu de MM_0. Comme ces droites forment un faisceau plan, on voit qu'à partir de chacune de ses positions dans la torsion $\mathfrak{T}_1^4$, le corps C peut effectuer une rotation R_1^1 autour de la droite qui joint deux points correspondants quelconques M et M_0 et cela sans sortir de la torsion $\mathfrak{T}_1^4$. D'ailleurs, les corps C et C_0 étant symétriques l'un de l'autre par rapport à une certaine droite B_0, toute droite joignant deux points correspondants M et M_0 rencontrera B_0 à angle droit ; donc : *par chaque position C d'un corps qui subit une torsion $\mathfrak{T}_1^4$ passent une double infinité de rotations R_1^1* (contenues dans la torsion $\mathfrak{T}^4_1$) et les axes de toutes ces rotations rencontrent une même droite B_0 à angle droit. Le point M coïncidera tôt ou tard avec le point fixe M_0 et *le point M_0 est un point singulier du mouvement du point M ;* en effet, toutes les fois que la droite B_0 passe par M_0, le point M coïncide avec M_0 et comme toutes les droites qui passent par M_0 forment une gerbe, on voit que : *lorsque dans une torsion $\mathfrak{T}^4_1$ le point M vient coïncider avec M_0, le corps C peut, sans sortir de la torsion $\mathfrak{T}^4_1$, effectuer une rotation sphérique R_1^2 autour du point M_0*. D'ailleurs, comme les corps C et C_0 sont symétriques l'un de l'autre par rapport à une certaine droite B_0, les points M qui coïncident avec leur symétrique M_0 (pour la position considérée du corps C) sont ceux qui sont situés sur B_0, donc : *par chaque position C d'un corps qui subit une torsion $\mathfrak{T}^4_1$ passent une infinité simple de rotations sphériques R_1^2* (contenues

dans la torsion $\mathfrak{T}^4_1$) et les centres de toutes ces rotations sont situés sur une même droite.

2°) Tout plan P du corps C coïncide une infinité de fois avec chaque plan de l'espace, car deux plans quelconques P et P_0 sont symétriques l'un de l'autre par rapport à toute droite B_0 perpendiculaire à leur intersection et située dans un de leurs plans bissecteurs. Comme ces droites sont parallèles et situées dans un même plan, on voit que : à partir de chacune de ses positions dans la torsion $\mathfrak{T}^4_1$, le corps C peut, sans sortir de cette torsion, effectuer une translation T^1_1 parallèlement à l'intersection de deux plans quelconques qui se correspondent dans les corps C et C_0. D'ailleurs, les corps C et C_0 étant toujours symétriques l'un de l'autre par rapport à une certaine droite B_0, l'intersection de deux plans correspondants quelconques rencontrera B_0 à angle droit, donc : *par chaque position C d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}^4_1$ *passent une infinité simple de translations* T^1_1 dont les directions sont perpendiculaires à une même droite (B_0). Le plan P coïncidera tôt ou tard avec le plan P_0 et il est facile de voir que le *plan P_0 est un plan singulier du mouvement du plan P*. En effet, deux plans qui coïncident sont symétriques l'un de l'autre par rapport à toute droite B_0 située dans ce plan ou perpendiculaire à ce plan. Tous les corps C qui correspondent à ces droites B_0 forment une rotation plane R_1^2 et une translation T^2_1, par suite : *lorsque, dans une torsion* $\mathfrak{T}^4_1$, *le plan P vient à coïncider avec le plan P_0, le corps C peut, sans sortir de la torsion, effectuer une rotation plane* R_1^2 *et une translation* T^2_1 *parallèlement au plan* P_0. D'ailleurs, comme les corps C et C_0 sont toujours symé-

triques l'un de l'autre par rapport à une certaine droite B_0, tous les plans P qui coïncident avec P_0 (pour la position considérée du corps C) sont les plans qui passent par B_0 ou qui sont perpendiculaires à B_0, donc : *par chaque position C d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}^4_1$, *passent une infinité simple de rotations planes* R^2_1 (dont les plans de rotation passent par une même droite B_0) *et une seule translation* T^2_1 (dont le plan est perpendiculaire à B_0).

3°) Toute droite D du corps C coïncidera deux fois avec chaque droite de l'espace, car deux droites quelconques D et D_0 admettent deux droites de symétrie ; la droite D coïncidera donc tôt ou tard avec la droite correspondante D_0 et il est évident que *la droite D_0 est une droite singulière du mouvement de la droite D.* En effet, deux droites qui coïncident sont symétriques l'une de l'autre par rapport à une droite quelconque B_0 qui rencontre les droites coïncidantes à angle droit. Tous les corps C qui correspondent à ces droites B_0 forment une torsion à deux paramètres autour de B_0 comme axe, par suite : *lorsque, dans une torsion* $\mathfrak{T}^4_1$, *la droite D du corps C vient à coïncider avec la droite correspondante D_0 du corps C_0, le corps C peut, sans sortir de la torsion* $\mathfrak{T}^4_1$ *effectuer une torsion à deux paramètres autour de la droite D_0.* (Cette torsion cylindrique est un cas particulier de la torsion $\mathfrak{T}^2_1$). D'ailleurs, comme les corps C et C_0 sont toujours symétriques l'un de l'autre par rapport à une certaine droite B_0, toutes les droites D qui coïncident avec leur correspondante D_0 (pour la position considérée du corps C), sont celles qui rencontrent B_0 à angle droit, donc : *par chaque position C d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}^4_1$,

passent une double infinité de torsions cylindriques $\mathfrak{T}^2_1$ dont les axes rencontrent une même droite (B_0) à angle droit.

On verrait par des raisonnements analogues que : *par chaque position C d'un corps qui subit une torsion* $\mathfrak{T}^4_1$ *passent une triple infinité de torsions* $\mathfrak{T}^3_1$ ayant toutes la même droite (B_0) pour axe.

Remarques : soit C_0 le corps fixe qui définit une torsion $\mathfrak{T}^4_1$. Toutes les torsions à un, deux ou trois paramètres, *engendrées par le même corps* C_0, seront contenues dans cette torsion $\mathfrak{T}^4_1$ puisque toute surface réglée, toute congruence ou tout complexe de droites fait partie de l'espace réglé. On en conclut qu'une torsion $\mathfrak{T}^4_1$ contient autant de rotations R^1_1 que l'on peut former de faisceaux plans avec les droites de l'espace ; autant de rotations R^2_1 que l'on peut former de gerbes de droites dans l'espace, etc., etc.

La torsion à quatre paramètres $\mathfrak{T}^4_1$ n'est pas le mouvement le plus général d'un corps solide qui possède quatre degrés de liberté dans l'espace.

Conclusion : La symétrie simple par rapport aux points, aux plans ou aux droites de l'espace nous a conduit à la considération de trois espèces de mouvements particuliers : les translations, les rotations et les torsions. Aucun de ces mouvements n'est assez général pour servir de type aux déplacements finis d'un corps solide qui possède plusieurs degrés de liberté.

La théorie complète des déplacements finis à plusieurs paramètres sera exposée dans la deuxième partie de ce travail.

APPENDICE A LA PREMIÈRE PARTIE

Note sur les points singuliers d'un fluide en mouvement dans un plan.

Il peut se présenter deux sortes de points remarquables dans un fluide en mouvement dans un plan : ce sont les *pôles* (ou points de convergence des lignes de flux) et les *points d'équilibre* où le fluide se partage en plusieurs veines.

Nous avons vu comment on détermine la position des pôles lorsqu'on connaît la direction du mouvement du fluide en un certain nombre de points : on groupe les points trois par trois et, dans chaque groupe, on remplace le mouvement réel par une rotation à deux paramètres ou couronoïde. Or, en procédant ainsi, il peut arriver que parmi les triangles curvilignes qui joignent les points de trois en trois, il y en ait certains qui empiètent les uns sur les autres. Lorsque ce fait se produit, c'est l'indice de l'existence d'un point d'équilibre et, dans ce cas, ce point est déterminé exactement par le point d'intersection des trois cercles limitant les trois triangles qui empiètent les uns sur les autres.

Les planches I et II offrent un exemple de détermination des lignes de mouvement de l'atmosphère (lignes de flux) connaissant la direction du vent en un certain nombre de stations[1].

Ces planches I et II sont tirées du « Bulletin de la Société belge d'astronomie », n°s 7 et 8 (1905) et ont été dessinées par M. Jean Bertrand, qui a bien voulu

[1] Problème traité précédemment. Voir *Archives*, t. XIII, 1902, p. 452.

m'en prêter les clichés et me permettre de les reproduire ici.

La planche I contient les données du problème (direction du vent au différentes stations) ainsi que les lignes isobares de la pression atmosphérique. La planche II contient la solution du problème d'interpolation et cette solution fait ressortir les deux espèces de points singuliers qui peuvent se présenter dans un mouvement plan : 1° les *pôles*, c'est-à-dire ici les centres cycloniques et anticycloniques, qui correspondent précisément aux points où le baromètre est minimum ou maximum, 2° les *points d'équilibre* dont on voit un exemple dans la planche II, dans la partie sud-ouest de la Russie, à gauche du centre cyclonique qui est près de la mer Noire.

Je ferai encore remarquer que dans la planche II on n'a pas utilisé *toutes* les données de la planche I, l'interpolation serait en effet trop longue à exécuter si l'on voulait utiliser toutes les flèches de la planche I. Toutefois il faut avoir soin de ne négliger que les flèches qui ne peuvent avoir d'influence sensible sur le résultat ; ce sont les flèches qui sont à peu près parallèles à leurs voisines ; au contraire, si la direction des flèches dans une région donnée est très variable, il faut les utiliser toutes.

Ainsi dans la planche II nous ne trouvons pas de pôles (cycloniques) au nord de la Russie, tandis qu'en cet endroit il y a un maximum barométrique dans la planche I. Cette divergence de résultats n'est pas due à la méthode d'interpolation, mais au fait que certaines flèches de cette région n'ont pas été utilisées, qui auraient dû l'être. *(A suivre.)*

LA ZONE DES COLS

DANS LA RÉGION DE

LA LENCK ET ADELBODEN

PAR

Ch. SARASIN et L. COLLET

(avec une Carte au 1 : 50000 et une Planche de profils)

Depuis longtemps déjà, les géologues alpins ont remarqué le contraste particulièrement grand, qui existe entre les Hautes Alpes calcaires et la bordure méridionale des Préalpes, la zône des Cols ; depuis longtemps aussi, cette dernière a été reconnue comme une région, dont les dislocations sont spécialement compliquées. Maintenant que les relations tectoniques entre les Préalpes et les Hautes Alpes constituent un des problèmes les plus considérables de la géologie alpine et que toute une école, dont les chefs les plus autorisés sont MM. H. Schardt, M. Lugeon et E. Haug, considère l'ensemble des Préalpes comme le gigantesque lambeau frontal d'un système de nappes empilées, s'amorçant, par-dessus les plis haut-alpins, au S. des Hautes Alpes, il devient urgent d'être fixé sur les caractères exacts de la région, où le contact entre les plis haut-alpins et préalpins est encore visible, la zone des

Cols. Or, nous sommes loin d'en être là ; la stratigraphie de ce territoire n'est nullement éclaircie d'une façon définitive et la tectonique doit, par conséquent, l'être encore moins ; ceci est tout particulièrement vrai pour la partie de la zône des Cols qui s'étend à l'E. et à l'W. de la vallée de la Lenck (Simmenthal). Depuis qu'Ischer a écrit ses derniers travaux, deux publications sont venues jeter un peu de lumière sur la géologie de ce domaine si intéressant ; l'une est de M. E.-C. Quereau[1] et date déjà de 1894 ; elle contient une description très sommaire du territoire des vallées de la Lenk et d'Iffigen, la seconde, beaucoup plus récente, est une étude faite par M. G. Rœssinger[2] de la haute vallée de Lauenen. Il restait donc encore beaucoup à faire et c'est ce qui nous a décidés à entreprendre, aussi en détail que possible, l'examen de la région comprise entre la vallée de la Lenck et les environs d'Adelboden. Quand nous avons commencé nos explorations sur le terrain, le travail de M. Rœssinger n'avait pas encore paru et nous pensions pouvoir raccorder nos observations avec les siennes. Nous aurons, du reste, l'occasion de revenir à plusieurs reprises sur les deux publications précitées.

I. *Stratigraphie.*

Hautes Alpes. — N'ayant étudié que d'une façon accessoire le front des plis externes des Hautes Alpes,

[1] E.-C. Quereau. Ueber die Grenzzone zwischen Hochalpen und Freiburger Alpen im Bereiche des Oberen Limmenthales. *Ber. der Naturf. Gesel. zu Freiburg* i. B. B. IX H 2. 1894.

[2] G. Rœssinger. La zône des Cols dans la vallée de Lauenen. *Thèse de doctorat présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne*, 1904.

nous n'avons pas la prétention d'apporter aucun fait nouveau concernant la stratigraphie de ces chaînes. Nous nous contenterons de rappeler que dans la région de la Lenck et d'Adelboden les plis haut-alpins sont constitués, comme dans les environs de Lauenen, par :

1° L'Hauterivien formé de calcaires foncés plus ou moins marneux, alternant avec des lits schisteux, dans lesquels on trouve comme fossiles particulièrement communs : *Toxaster complanatus*, *Exogyra Couloni*, *Rhynchonella multiformis*.

2° L'Urgonien, dont le puissant massif de calcaire compact, en gros bancs, gris plus ou moins foncé, joue ici, comme partout, un rôle orographique primordial, en donnant naissance à de grandes parois reconnaissables de loin.

3° Au-dessus de cet Urgonien, nous n'avons pas constaté la présence des couches à *Orbitolina lenticularis*, ou de toute autre formation appartenant au Crétacique moyen et supérieur, ce qui n'implique du reste pas l'absence complète de ces terrains dans la région, nos observations dans le domaine des Hautes Alpes étant restées localisées. Mais, en tous cas, sur un grand nombre de points nous avons pu observer la superposition directe sur l'Urgonien du Nummulitique. Celui-ci commence par un épais banc de grès durs, siliceux, roux à la surface, remplis, par places, d'empreintes d'Orbitoïdes et de Nummulites. Ensuite, vient le calcaire nummulitique, compact, brunâtre ou gris, presque toujours pétri de petites Nummulites et formé, d'autre part, essentiellement de Lithothamnium. Enfin, la partie supérieure du Nummulitique est constituée par des marnes jaunâtres, schisteuses, qui correspon-

dent exactement aux marnes de Leimern et aux marnes à Globigerines de M. Lugeon. Nous ne connaissons au-dessus de ces marnes, aucun dépôt qui puisse être attribué avec certitude au Flysch. Nous verrons, en effet, que tout le long du front des Hautes Alpes soit les schistes de Leimern, soit même le calcaire nummumlitique sous-jacent, entrent directement en contact avec des formations préalpines appartenant au Crétacique ou au Jurassique.

Zone des Cols. — Le *Trias* représente le niveau le plus ancien qui affleure dans la zône des Cols ; il ne s'y trouve du reste jamais que sous forme de lames intensément étirées et écrasées, qui ne se prêtent en aucune façon à une étude stratigraphique exacte. Il est représenté, d'une part, par des amas parfois assez importants de gypse, qui donnent lieu fréquemment à des entonnoirs bien caractérisés, d'autre part, par des corgueules et des calcaires dolomitiques, gris-jaunâtres, finement cristallins. Des schistes marneux violacés qui, à quelques endroits, sont associés aux corgneules, doivent probablement appartenir encore au Trias.

Le *Lias* est un des éléments les plus importants de la zône des Cols dans la région de la Lenck-Adelboden, où Ischer avait déjà reconnu sa grande extension. Grâce à la découverte de plusieurs gisements fossilifères, nous avons pu définir d'une façon assez précise les caractères stratigraphiques de ce sous-système. Là où le Lias est complet, on peut y distinguer les termes suivants :

1° Directement au-dessus des calcaires dolomitiques du Trias supérieur, apparaissent des calcaires noirs en bancs régulièrement stratifiés, séparés par des lits

schisteux. A la base de ce complexe, les bancs sont un peu marneux et contiennent des lumachelles à fossiles très mal conservés. Ensuite, s'établit un faciès de calcaires spathiques, très durs, contenant des grains de quartz et des fragments ocreux de calcaires dolomitiques. La pâte de ce calcaire est constituée en grande partie par des débris de Pentacrines, que l'on peut fréquemment reconnaître sur les surfaces corrodées. En outre, un gisement fossilifère, situé un peu à l'E. du Metschhorn, sur l'arête qui se dirige vers le Regenbolshorn, nous a fourni les restes organiques suivants :

De très nombreux tronçons d'une Bélemnite cylindrique, allongée, à section circulaire et sans sillon apparent, qui appartiennent au type des *Bel. niger* et *Bel. elongatus*.

Un échantillon très typique, bien reconnaissable, par la forme courte et conique de son rostre, par la profondeur de son alvéole et par la section, pour une *Bel. acutus* Miller.

Trois exemplaires d'Arietites appartenant évidemment à la même espèce. Les tours ne sont pas du tout enveloppants et s'accroissent lentement ; leur section est un peu plus haute que large ; ils portent latéralement des côtes espacées, presque droites, légèrement renforcées vers l'extérieur et une carène très fine et peu saillante, non bordée de sillons. En somme, malgré l'état de conservation imparfait de ces fossiles, leur détermination comme *Arietites raricostatus* Zieten ne peut pas faire de doute.

Deux échantillons, du reste mal conservés, que nous rapportons avec certaines réserves à *Aegoceras centauroïde* Savi et Meneg, tel qu'il a été figuré par M. Cap-

pellini dans son étude des formations liasiques de la Spezia. Les tours de la coquille sont notablement plus larges que hauts, avec une forme subtrapézoïde et un large dos arrondi, coupé abruptement par les parois de l'ombilic; ils portent des côtes bien marquées, qui se renflent en tubercules au passage des carènes latérales et donnent naissance à une ou deux côtes peu visibles passant par dessus le dos.

Une ammonite, caractérisée par ses tours arrondis, son obilic moyen, ses côtes droites, un peu inégales, en partie très faiblement renflées en tubercules vers le milieu des flancs, non bifurquées, qui rappelle exactement les figures données par M. Capellini de *Aegoc. Listeri* Sow.

Une *Gryphea obliqua* Sow.

Deux échantillons de *Zeilleria numismalis* Lam.

Cette faune permet de préciser d'une façon satisfaisante l'âge du niveau en question ; la présence de *Gryphea obliqua*, de *Bel. acutus* et de plusieurs Arietites parle clairement en faveur d'un âge sinémurien. D'autre part, la présence d'*Aeg. Listeri* et d'*Aeg. centauroïde* indique un acheminement à la faune charmouthienne, qui est confirmé par l'existence dans le même terrain de *Zeil. numismalis* et de Belemnites allongées et cylindriques, telles qu'elles sont surtout abondantes dans le Lias moyen. Nous devons donc placer les calcaires en question dans le Sinémurien supérieur, au niveau où se trouve cantonné l'*Arietites raricostatus*.

Les points où ces calcaires du Lias inférieur sont le mieux développés sont, d'une part, les environs du Metschhorn, d'autre part, le pied de la colline de

Geilskummi du côté du N., au-dessus des chalets de Geilsberg. L'on peut se convaincre, en se basant sur les relations de ces dépôts avec le Trias et sur les fossiles trouvés dans leur partie supérieure, qu'ils représentent l'Infralias, soit le Rhétien et l'Hettangien, et le Sinémurien.

2° Vers le haut, ces calcaires se chargent de plus en plus en éléments détritiques, en particulier en grains de quartz, et ils passent ainsi à de véritables grès quartzitiques, en gros bancs, de structure en général grossière. Ce complexe gréseux, qui se développe ainsi au niveau du Lias moyen, atteint, par places, une grande épaisseur et c'est lui qui forme essentiellement la région de Pommern Alp et d'Ammertenalp, au S. du Pommerngrat, ainsi que, au N. de celui-ci, l'arête qui sépare les pâturages de Geilsberg de ceux du Bütschiberg, et l'arête du Höchst. Ces grès, en général très durs, sont constitués surtout par des éléments granitiques, du quartz, des feldspaths caolinisés, auxquels se mêlent presque toujours, en petite quantité, des fragments dolomitiques ou calcaires. A certains endroits, on voit le grès passer à de véritables conglomérats, dans lesquels les galets granitiques sont bien reconnaissables. L'analogie de ces dépôts avec certains grès et conglomérats de la zône du Niesen, attribués au Flysch, est évidente et a certainement trompé plusieurs auteurs, en particulier M. Quereau. Nous-mêmes avons interprété d'abord ces grès quartzilitiques comme du Flysch, mais avons dû modifier cette manière de voir, d'abord parce que nous avons constaté l'intercalation incontestablement stratigraphique de cette formation entre le Sinémurien et le Toarcien,

ensuite et surtout parce que nous avons trouvé en plein grès et à divers endroits des Bélemmites appartenant à la forme cylindrique, allongée, sans sillon apparent, qui est désignée communément sous le nom de *Bel. niger* et qui se trouve en grande quantité au niveau du Lias moyen. Nous avons donc incontestablement ici un complèxe représentant le Charmouthien et, probablement, une partie du Toarcien.

3° A la partie supérieure, ces grès deviennent plus fins, ils contiennent une plus forte proportion d'argile et sont disposés en bancs plus minces, séparés par des lits schisteux. Ainsi s'établit la transition aux schistes noirs, qui forment ici la partie supérieure du Lias. Ces couches, qui ont été décrites des environs de Lauenen sous le nom de schistes mordorés par MM. Lugeon et Rœssinger, sont constituées par des schistes marneux, très foncés, contenant en grande quantité des micas et de la limonite sous forme de veines ou d'amas. Des grès noirs très durs s'intercalent au milieu des schistes soit en bancs continus, soit en lentilles ou en nodules. Parmi les quelques rares fossiles que nous avons récoltés à ce niveau, aucun n'était déterminable, pourtant la position stratigraphique ne peut faire aucun doute, parce que des fossiles toarciens ont été trouvés dans des formations absolument correspondantes de la région de Lauenen et que, de plus, le passage est graduel entre ces schistes mordorés et le Dogger à Zoophycos, dans lequel nous avons trouvé un *Steph. Humphriesi*. M. Quereau paraît avoir attribué une partie de ces schistes au Flysch, une autre au Néocomien.

Grâce à leur résistance relativement faible, les schistes mordorés ont généralement donné lieu à des

pentes gazonnées, à des combes, ou même à des vallées, ainsi la vallée du Geilsbach entre Geilsberg et Adelboden. Ils prennent un grand développement dans la région du Regenbolshorn et du Pommerngrat, autour des pâturages de Ludnung et dans la partie méridionale et orientale de la chaîne du Höchst.

Le *Dogger* comprend d'abord une série de calcaires gris foncés, rendus souvent jaunâtres par oxydation, qui ont une structure nettement gréseuse avec une assez forte teneur en mica, et qui sont disposés en bancs, les uns plus durs et plus compacts, les autres plus marneux. Les fossiles habituels à ce niveau sont des empreintes de Zoophycos, qui se rencontrent souvent en grande quantité ; on y trouve, en outre, des fragments de Belemnites et nous y avons recueilli, sur le Pommerngrat, un fort bon échantillon de *Stephanoceras Humphriesi*. Les calcaires à Zoophycos représentent donc le Bajocien. Vers le haut, l'aspect des calcaires se modifie peu à peu ; le mica disparaît et la structure gréseuse devient beaucoup moins nette. Ainsi, se développe une série épaisse de calcaires noirs, en bancs d'épaisseur variable, séparés par des lits marneux et dont les uns ont une cassure grenue, tandis que d'autres sont absolument compacts avec un grain très fin ; ce dernier type montre, en général, des taches et des traînées plus foncées, au milieu d'une roche plus claire. Ce complèxe est excessivement pauvre en fossiles et, malgré de persévérantes recherches, nous n'y avons trouvé qu'un Lytoceras indéterminable, qui ne permet, en aucune façon, de préciser un niveau. Mais, étant donné qu'au Regenbolshorn, et dans le ravin qui descend de Wängi, ces calcaires sont incontesta-

blement interstratifiés entre les couches à Zoophycos et le Malm, on peut admettre qu'ils représentent la partie supérieure du Jurassique moyenet, probablement, la partie inférieure du Jurassique supérieur. Sur la carte ci-jointe, ils sont teintés, comme le Bajocien sous-jacent, en brun et classés entièrement sous la rubrique Dogger.

Le *Malm* ne joue, dans la région étudiée, qu'un rôle tout-à-fait subordonné et n'apparaît que sur quelques points, d'abord au sommet du Regenbolshorn et, un peu plus au SW., vers le chalet inférieur de Wängi, puis dans le soubassement du Mittaghorn, presqu'en contact avec le Nummulitique haut-alpin et, enfin, dans la région d'Adelboden et sur le versant NW. de la vallée du Geilsbach. Il prend ici l'aspect qu'il a le plus souvent dans les Préalpes et est représenté par un complèxe de calcaires massifs en gros bancs, teintés en gris plus ou moins foncé.

Le *Crétacique* joue dans cette région de la zône des Cols un rôle encore plus subordonné; ne rentrent dans ce système que quelques zônes écrasées de calcaires gris clairs, souvent un peu jaunâtres ou verdâtres, à grain très fin, qui se rattachent au faciès gris et peu marneux des Couches rouges. Le meilleur affleurement de cette formation se trouve sur la pente occidentale du Metschstand et du Hahnenmoos. Les schistes noirs du Pommerngrat que M. Quereau a attribués au Néocomien, en se basant sur la découverte d'un Aptychus déterminé comme Apt. cf. seranonis, sont certainement des marnes toarciennes.

Le *Flysch* semble à première vue être un des éléments constituants principaux de la zône des Cols entre

la Lenck et Adelboden et l'on est tenté de lui attribuer par analogie soit les grès et conglomérats polygéniques, soit les schistes qui sont associés à ces grès. C'est ce qu'à fait en partie M. Quereau. En réalité nous croyons avoir démontré que ces dépôts appartiennent au Lias, comme l'admettait du reste en général Ischer, et nous ne connaissons de dépôts attribuables au Flysch dans la la région que nous avons parcourue, que dans la vallée de Pöschenried, sur la rive gauche de l'Iffigenbach et à peu près juste à l'W. du sommet N. de l'Ober Laubhorn où des schistes calcaires finement lités se superposent sur les calcaires nummulitiques de Schwand.

Quant au complèxe de schistes feuilletés marnocalcaires, de grès et de conglomérats polygéniques, qui constitue, au NW. de la zône des Cols, la zône du Niesen, et qui a été considéré universellement comme devant rentrer dans le Flysch, nous ne croyons pas devoir émettre pour le moment d'opinion absolue sur son âge, mais nous ne pouvons nous empêcher de concevoir des doutes sérieux sur son attribution au Flysch. L'analogie d'une partie de ces dépôts avec certaines formations liasiques est frappante ; d'autre part à plusieurs reprises déjà on a trouvé dans la zône du Niesen des Bélemnites ; enfin M. Renevier a montré récemment que dans la vallée des Ormonts, les relations entre les grès du Niesen, le Trias et les marnes toarciennes sont en faveur d'un âge jurassique des premiers.

Le *Quaternaire* n'a pas fait l'objet d'une étude détaillée de notre part. Nous nous sommes contentés de noter au passage les principaux dépôts morainiques et les éboulements ou glissements de terrains. C'est dans environs d'Adelboden que les dépôts glaciaires plus

ou moins remaniés prennent la plus grande extension ; ils couvrent tout le terrain entre Boden et Adelboden ainsi que l'éperon N. de la chaîne du Höchst et, de là vers l'aval, ils remplissent tout le fond de la vallée, s'élevant sur les 2 flancs jusqu'à une assez grande hauteur ; en effet Adelboden (1350 m.) est sur la moraine et, sur le versant opposé, nous avons constaté la moraine typique jusqu'au-dessus de 1450 m.

La vallée de l'Allenbach en amont d'Adelboden est encore couverte d'un épais revêtement morainique, qui prend un développement particulièrement important à l'W. du confluent de l'Allenbach et du Geilsbach. La présence dans ces dépôts de nombreux blocs d'Urgonien et de Nummulitique, à côté des grès quartzitiques du Lias, montre que le glacier qui a formé ces moraines venait de la vallée du Bütschiberg, qui longe le pied de la chaîne Ammertengrat-Fixer.

Dans le bassin de la Simme nous avons observé une moraine importante, qui suit à flanc de coteau le versant droit de la vallée de l'Ammertenbach, depuis le pied des rochers de l'Ammertengrat jusque sur le versant E. de la hauteur urgonienne qui domine Stalden. Il ne peut s'agir ici que d'une moraine latérale de l'Ammertengletscher.

Vers l'aval sur le flanc droit de la vallée de la Lenck l'on trouve des placages morainiques à matériaux hautalpins d'abord un peu au dessous des chalets de Metschberg à 1770 m. environ, puis au dessous de Tannenbühl à 1500 m., puis près de Seitenwald à 1250 m.

Quant aux éboulements et aux glissements, ils ont pris dans toute cette région une importance très particulière et rendent souvent impossible toute constata-

tion d'ordre tectonique. Quelques uns d'entre eux, relativement récents et comprenant des roches plus résistantes, sont encore facilement reconnaissables ; tel est le cas du grand éboulement d'Urgonien qui, descendu de la paroi W. du Fixer, s'est précipité dans le vallon du Bütschiberg, a déferlé contre le versant opposé et est tombé en partie dans la dépression de Ludnung ; tel est le cas aussi d'une série de petits éboulements, qui jalonnent le pied des Hautes Alpes calcaires, et de beaucoup d'autres, partis des parois de Dogger de la zône des Cols. Mais, à côté de ces éboulements bien nets, il s'est certainement produit à une époque probablement plus ancienne, peut-être au moment du retrait définitif des glaciers, un grand nombre de glissements en masse de territoires plus ou moins étendus. L'on traverse en effet, souvent dans la région que nous décrivons, des pentes, dont la surface est irrégulièrement mamelonnée avec des pointements épars ne montrant aucune coordination entre eux, dans lesquelles on ne peut trouver aucun ordre ni dans le plongement ni dans la superposition ou le prolongement des couches, et dans lesquelles les éléments les plus divers se trouvent mêlés en une sorte de brèche de broyage, qui n'a certainement rien de commun avec une zône de broyage tectonique. Et, si l'on suit vers le haut ces pentes à l'allure chaotique, on voit qu'elles s'amorcent généralement dans un vaste cirque plus ou moins franchement dessiné. Il ne peut s'agir ici que de glissements s'étant effectués lentement dans des terrains préalablement disloqués par voie tectonique, désaggrégés par les eaux d'infiltration et coupés par l'érosion en des pentes souvent très inclinées. C'est

ainsi qu'un énorme glissement de terrain parti du Laveygrat couvre presqu'entièrement le terrain compris entre les différents bras du torrent de Seiten.

Les pentes mamelonnées qui se développent entre Bühlberg et le Metschbach, avec leurs affleurements absolument désordonnés de Trias et de Lias, sont, elles aussi, des terrains glissés. Plus loin au S., une zône de glissement se suit très clairement depuis l'éperon W. du Metschband, par Metsch et Sumpf, jusqu'à la vallée. Plus loin encore vers l'amont les pentes qui dominent Oberried sont presqu'entièrement formées de terrains glissés, et l'on est tenté de considérer même la paroi de Dogger qui est contournée par le torrent de Sumpfegg comme un gros paquet, détaché de la grande paroi qui se trouve au dessus, et descendu lentement suivant la pente. Cette supposition expliquerait en tous cas de la façon la plus simple la déviation singulière de la vallée torrentielle à cet endroit.

Entre la vallée de la Lenck et celle de Pöschenried l'éperon N. du Langenberg est couvert aussi par des terrains glissés, qui cachent complètement la roche en place. D'autre part, sans avoir encore étudié en détail le versant gauche du Simmenthal entre les bains de la Lenck et Pöschenried, nous sommes persuadés qu'ici encore les roches ne sont en grande partie pas en place, mais qu'elles sont arrivées dans leur position actuelle par un lent mouvement de descente.

Dans le bassin du Geilsbach les pentes sont en général plus faibles et les glissements de terrains par suite beaucoup moins importants ; par contre nous retrouvons dans le bassin de l'Engstligenbach sur le versant E. du Höchst des terrains glissés en quantité considérable.

Il était nécessaire, avant d'aborder la partie tectonique de notre étude d'insister sur l'importance de ces mouvements de descente et de fixer d'emblée un certain nombre de territoires, dans lesquels nous devrons renoncer à poursuivre les lignes tectoniques.

Si nous considérons maintenant l'ensemble de cette série stratigraphique, nous serons frappés surtout par deux faits : d'abord le rôle très subordonné qu'y joue le Flysch, puis le caractère quartzitique que prend toute une partie du Lias. En somme beaucoup de nos déterminations stratigraphiques concordent au moins approximativement avec celles d'Ischer, tandis qu'elles diffèrent considérablement de celles de M. Quereau. La comparaison de ces formations de la région d'Adelboden et de la Lenck avec celles que M. Rœssinger a étudiées récemment dans les environs de Lauenen est difficile, la stratigraphie de ce dernier territoire étant encore assez obscure. Quelques points pourtant peuvent être fixés : dans les deux régions le Lias inférieur est représenté par des calcaires spathiques et bréchoïdes, tandis que le Toarcien conserve son faciès de schistes mordorés ; quant au Lias moyen nous sommes convaincus qu'il faut lui attribuer une partie des grès que M. Rœssinger a classés dans le Flysch. Le Dogger est très probablement représenté, dans la région de Lauenen, par une partie des calcaires noirs auxquels M. Rœssinger n'a pas pu fixer de niveau précis faute de fossiles probants. A propos du Jurassique supérieur il faut remarquer l'absence à l'E. de la Simme de toute formation marneuse attribuable à l'Oxfordien et comparable aux marnes à *Phyl. tortisulcatum* et *Perisph. sulciferus* du territoire de Lauenen. Nous avons dit plus

haut que nous étions tentés d'attribuer à ce niveau les calcaires gris, compacts, en bancs séparés par des lits marneux, qui sont surmontés par le Malm du Regenbolshorn. Nous remarquons enfin que nous n'avons rencontré dans notre région aucune formation qui rentrât dans le Crétacique inférieur, tandis que M. Rœssinger croit devoir attribuer à ce niveau une partie du puissant complèxe, qu'il réunit sous le nom de marnes secondaires.

Reste maintenant à comparer les dépôts que nous avons constatés dans la zône des Cols avec les sédiments correspondants des régions voisines des Hautes Alpes, ce qui nous est facile, grâce à une publication récente de M. Lugeon [1] sur les chaînes du Balmhorn et du Torrenthorn. Or, un fait frappe immédiatement dans cette comparaison, c'est le développement, dans les deux domaines, de grès quartzitiques au niveau du Lias moyen, tandis que le Lias supérieur est, en grande partie, formé de schistes argilo-arénacés. Dans le Lias inférieur, dans le Dogger et l'Oxfordien, les sédiments des deux territoires présentent des différences importantes ; par contre, le Malm de la zône des Cols se rapproche beaucoup du Hochgebirgskalk des Hautes Alpes.

Pour finir, nous remarquerons enfin que la série liasique présente, dans l'intérieur même de la zône des Cols, des variations appréciables ; tandis que, telle que nous l'avons décrite, elle est complète dans les plis inférieurs ou méridionaux, elle est considérablement réduite dans le grand pli supérieur qui, comme nous

[1] M. Lugeon. Deuxième communication préliminaire sur la géologie de la région comprise entre le Sanetsch et la Kander. *Eclogæ geol. Helv.*, vol. VIII, p. 421-433.

le verrons, s'amorce au N. et correspond à une zône de sédimentation septentrionale. Ici, le Trias est directement recouvert par les marnes toarciennes, comme on peut le constater particulièrement bien au col qui se trouve au NW. du Regenbolshorn.

II. *Tectonique.*

Si l'on envisage à un point de vue tout-à-fait général la région de la zône des Cols que nous étudions ici, on constate une disposition en une large voûte, dont les couches plongent au NW. sous la zône du Niesen, au SE. sous le jambage renversé du pli frontal des Hautes Alpes. Mais une étude plus approfondie vous amène bientôt à reconnaître une tectonique beaucoup plus compliquée, comportant une succession de plis empilés et comme moulés les uns sur les autres en une fausse voûte. Cette disposition rappelle du reste nettement la tectonique générale des environs de Lauenen exposée par M. Rœssinger, d'autant plus que dans la vallée de la Lenck, comme dans celle de Lauenen, le soubassement des plis préalpins est formé par du Nummulitique haut-alpin. Mais, comme nous le verrons, le contact entre Hautes Alpes et Préalpes comporte dans le Haut Simmenthal un véritable enchevêtrement des plis des 2 systèmes et un degré de complication bien plus élevé que celui révélé par M. Rœssinger.

Pour faciliter la lecture nous ferons notre description tectonique détaillée par profils successifs, en suivant autant que possible les mêmes lignes que suivent nos coupes, et en commençant par le NE., c'est-à-dire par les environs d'Adelboden.

Profil I. — Au-dessus d'Adelboden à l'E. s'élève le Schwandfeld, un contrefort de la chaîne du Gsur, formé en grande partie par le très puissant complèxe de schistes calcaires et argileux et de grès micacés, qui constitue ce qu'on appelle le Flysch du Niesen, et dont l'âge, comme nous l'avons dit, nous paraît problématique. Sous ces schistes et grès, affleure à la hauteur des chalets de Senggi et de Fluh une zône importante de corgneules triasiques plongeant vers la montagne, soit au NW. de 30° à 40°, qu'on peut suivre sur le flanc gauche de la vallée de l'Allenbach jusque près de Stiegelschwand. Vers cette dernière localité une ligne de petits entonnoirs indique clairement la présence du gypse triasique en profondeur. Cette zône de corgneules est supportée par une paroi importante de Malm bien visible entre Adelboden et le confluent du Geilsbach et de l'Allenbach, et au-dessous de laquelle on trouve, en série normale, d'abord du Dogger en grande partie caché par l'éboulis, mais affleurant pourtant sur divers points au dessous du chemin d'Adelboden à Gilbach, puis les schistes argileux noirs du Toarcien, qui sont bien visibles dans le lit de l'Allenbach aux abords du pont de Bad, au SE. d'Adelboden. Cette série normale de Jurassique plonge au NW. sous les corgneules ; son soubassement est caché par la moraine, mais, d'après ce que nous verrons plus au S. dans la chaine du Höchst, nous pouvons admettre qu'il est constitué par les grès quartzitiques du Lias moyen.

Si nous considérons maintenant le versant SE. de la vallée d'Adelboden, c'est-à-dire le soubassement du Mittaghorn, nous voyons qu'ici affleure, au S. de la vallée de Grabenmatt, entre l'altitude de 1550 m. et 1800 m.,

un énorme complèxe de calcaires gréseux et marneux du Dogger plongeant au SE. ; ceux-ci sont couverts par un banc, épais de 3 à 4 m., de calcaire compact presque noir qui représente évidemment le Malm, puis par une zône de calcaires gris-clairs, lités, un peu marneux, du Crétacique supérieur. C'est sur ces derniers que vient s'appuyer le Nummulitique du jambage renversé du pli déjeté haut-alpin du Mittaghorn.

En tenant compte de ce que nous verrons plus loin, ce profil à travers la région d'Adelboden ne peut s'expliquer qu'en admettant un grand pli couché du Jurassique, dont le jambage normal se trouve sur la rive gauche de l'Allenbach près d'Adelboden, dont le cœur, caché sous la moraine, doit exister dans le prolongement de la chaîne du Höchst, et dont la charnière frontale s'enfonce au SE. sous l'anticlinal haut-alpin du Mittaghorn.

Profil II. — Suivons maintenant une ligne parallèle à celle de notre premier profil, passant par l'extrémité NE. de la chaîne de Silleren, par le sommet du Höchst et par le Hinterberg, et aboutissant au S. du Mittaghorn.

Le Flysch du Niesen forme toute la crête de Silleren et le versant NW. de cette chaîne; son plongement est général vers le NW. et il est supporté, depuis la région de Stiegelschwand jusqu'au col du Haanenmoos, par une zône continue de Trias. Celle-ci passe juste au dessous du chalet de Gilbachegg, puis vers Berlischwand ; elle est formée du haut en bas de corgneules et de gypse, ce dernier semblant constituer plutôt des amas qu'une bande d'épaisseur constante. Au-dessous de ce Trias on voit affleurer, entre Gilbachegg et Berli-

schwand, une bande de Crétacique supérieur extrêmement disloquée, puis du Malm formant une paroi bien visible. Le soubassement de ce Jurassique supérieur est presque partout caché par des éboulements, il n'apparaît qu'au dessus de Gilbach, où des affleurements importants de calcaires gris lités, évidemment supracrétaciques, se montrent au milieu des gazons. Ce retour du Crétacique au dessous du Malm doit être local, il indique un repli secondaire dans une série normale, et nous devons admettre que, plus bas dans la pente, le Malm et le Dogger existent sous le revêtement quaternaire, s'appuyant sur les argiles noires toarciennes dans lesquelles le Geilsbach a creusé son lit. Sauf un repli de faible amplitude, nous retrouvons donc un profil absolument correspondant à celui des pentes qui dominent Adelboden, et la série normale de Lias, de Dogger, de Malm et de Crétacique supérieur que nous devons admettre ici, plongeant au NW., recouvre sans doute au SE. les formations qui constituent le versant occidental de la chaîne du Höchst ; or, partout où la roche en place apparaît sur celui-ci, on ne voit que des grès quartzitiques du Lias moyen, dans lesquels, en cherchant bien, on trouve des tronçons de Bélemnites.

Ces mêmes grès forment l'arête du Höchst, depuis l'éperon septentrional qui sépare les vallées de l'Allenbach et de l'Engstigenbach au S. d'Adelboden jusqu'au delà du sommet principal de la chaîne (P. 1972 m.). Un peu au dessous du sommet septentrional du côté du NE. ces grès s'appuient plongeant au NW. sur une brèche calcaire à éléments dolomitiques, qui ne peut appartenir qu'au Trias supérieur ; celle-ci est

associée à des calcaires dolomitiques et certainement aussi à du gypse, qui reste caché sous l'éboulis, mais dont la présence est manifestée par la sortie d'eaux abondamment gypsifères. Ces formations triasiques n'apparaissent plus du côté du SW., sur le versant occidental de la chaîne entre les deux sommets principaux ; ici les grès liasiques se ferment en une charnière anticlinale tournée au SE., qui repose sur les schistes noirs du Toarcien. Ceux-ci, qui plongent au NW., forment une zône continue, mais souvent couverte par des éboulis ou éboulements, depuis le pâturage de Winterthal au N. jusqu'au col de Wildi au S. ; ils paraissent avoir subi des plissements secondaires, qui en ont augmenté l'épaisseur, car, dans le haut du ravin qui descend vers Boden, on trouve au milieu des schistes toarciens une zône de calcaires gris micacés, qui appartiennent au niveau à Steph. Humphriesi. Ce Dogger ne se montre que très localement, tandis qu'au dessous des schistes noirs apparait une zône beaucoup plus épaisse et plus continue de calcaires noirs gréseux du Dogger, qui se marque dans la pente par de petites parois, et qui correspond, comme nous le verrons à propos du profil III, à un profond synclinal, séparant le pli supérieur du Höchst d'un pli inférieur. De celui-ci nous ne voyons du reste sur ce versant que des schistes noirs toarciens, revenant sous le Dogger, qui affleurent près du bas de la pente dans le ravin de Boden.

Nous avons donc, suivant la ligne de notre profil II, d'abord une écaille chevauchante de Trias, supportant les formations de la zône du Niesen, puis un grand pli couché au S.-E., dont le cœur de Trias et de Lias forme sur la crête du Höchst une charnière visiblement

fermée au SE., puis enfin un pli inférieur également couché, apparaissant dans le bas du versant oriental de la chaîne. La charnière anticlinale de Dogger et de Malm du pli supérieur du Höchst doit forcément s'enfoncer sous le jambage renversé du pli haut-alpin du Mittaghorn, et, en effet, on voit pointer sous les éboulements très abondants qui couvrent le flanc occidental de la vallée de l'Engstligenbach, entre Wildenschwand et Dürrenwald, des bancs plongeant au SE. de calcaires gréseux du Dogger.

Il faut encore remarquer, à propos de la chaîne du Höchst, que le pli supérieur qui la constitue en grande partie, s'abaisse rapidement du côté du NE. ; aussi toutes les zônes d'affleurement du versant oriental descendent-elles visiblement dans la même direction.

Profil III. — Au SW. du Höchst la dépression profonde de Ludnung rend possible un précieux coup de sonde dans l'intérieur des plis de la zône des Cols ; nous en profiterons en suivant maintenant la ligne Silleren (P. 1996 m.), P. 1921 m., Bütschiberg, Fixer.

Suivant cette ligne, le profil de la vallée du Geilsbach reste sensiblement le même que le précédent. Les corgneules et le gyse de l'écaille supérieure, que nous appellerons dès maintenant le pli IV, affleurent à mi-côte vers 1770 m. d'altitude ; au dessous, la roche en place est cachée par des terrains glissés, mais nous pouvons admettre la présence du Crétacique supérieur et du Malm comme dans le profil précédent, d'autant plus que, vers le confluent des torrents descendant du Nassenberg et du Geilsberg, affleure du Dogger plongeant faiblement au NW., et supporté par des schistes noirs toarciens. Ceux-ci, dans lesquels le torrent a

maintenu son lit à cause de leur faible résistance, apparaissent dans le fond de la vallée et sur la rive droite. Ils s'appuient au SE. contre les grès quartzitiques du Lias moyen, qui constituent ici la chaîne séparant les pâturages du Geilsberg de ceux du Bütschiberg, comme ils constituaient la chaîne du Höchst. Ces grès représentent sans aucun doute le cœur anticlinal du pli supérieur du Höchst que nous appellerons dorénavant le pli II. La charnière anticlinale n'est pas conservée, mais, en descendant de la crête dans la direction du Bütschigraben, on rencontre au-dessous des grès : 1° une zône mince, et presque partout cachée, de schistes noirs toarciens, 2° une zône de calcaire gris gréseux et micacé à Bélemnites du Dogger, 3° une zône inférieure de schistes noirs toarciens, qui affleurent dans le bas du Bütschiberg et de là dans toute la région inférieure du cirque de Ludnung.

Cette série, qui représente un synclinal couché de Dogger écrasé entre deux zônes de Toarcien, se suit presque tout autour du cirque de Ludnung ; on la constate très nettement le long d'un ravin, qui descend de l'arête du Höchst vers l'W. ; on la retrouve sur toute la pente qui s'élève vers le col de Wildi, et on la voit d'une façon particulièrement claire dans les abrupts qui délimitent le cirque au S. Le haut de ces abrupts est entièrement dans les schistes toarciens de la zône supérieure, qui forment aussi toute la crête du col de Wildi, mais ici il faut admettre que le Lias supérieur est en série double, l'une renversée qui supporte, un peu plus au N., les grès du Höchst, l'autre normale qui vers le S. est surmontée par le Dogger. Le Lias supérieur de Wildi enveloppe la charnière frontale des grès

du Lias moyen et est à son tour enveloppé par le Dogger, et ces charnières concentriques tendent à culbutər, de façon à s'enfoncer au SE. sous le pli haut-alpin du Mittaghorn-Fixer. En effet les schistes toarciens, qui au Bütschigraben plongent au NW., s'incurvent peu à peu en forme de large voûte, de façon à plonger au SE., vers Wildi, sous une zône assez épaisse de Dogger, qui s'enfonce à son tour sous l'éperon septentrional du Fixer. Le Dogger est séparé par une mince couche de calcaires gris marneux, un peu micacés, probablement supracrétaciques, de la série renversée complète de Nummulitique du pli haut-alpin du Fixer. Toute la pente E. du col de Wildi est formée de schistes toarciens plongeant au SE., et, au pied de la paroi N. du Fixer, on voit d'une façon particulièrement claire comment le Lias et le Dogger s'enfoncent sous le pli frontal haut-alpin.

L'étude de ce troisième profil nous a donc permis de retrouver dans la profonde coupure de Ludnung les 2 anticlinaux liasiques du Höchst et le synclinal de Dogger qui les sépare sur une largeur considérable; elle nous a montré en second lieu que notre pli II ou pli supérieur du Höchst enfonce sa partie frontale sous le pli haut-alpin déjeté du Mittaghorn-Fixer.

(A suivre.)

ANALYSE

DE

QUELQUES GRANDEURS DU CORPS

CHEZ

L'HOMME ET CHEZ LA FEMME

PAR

Eugène PITTARD

L'analyse qui va suivre a pour base l'étude anthropométrique de 1210 Tsiganes. Sur ce nombre, il y a 780 hommes et 430 femmes. On voudra bien reconnaître l'importance de ces deux séries comparatives.

Tous ces Tsiganes ont été examinés dans la Péninsule des Balkans, presque exclusivement dans le Dobroudja. Cependant, une certaine quantité d'entre eux proviennent de la Valachie, d'autres de la Bulgarie, de la Serbie, de la Hongrie. Mais, ces trois derniers pays ne m'ont fourni que de faibles contingents. D'ailleurs, ici, cette question géographique importe fort peu. Ce qu'il est nécessaire de faire remarquer c'est l'homogénéité ethnique du groupe humain que nous avons étudié. Dans d'autres revues[1], j'ai montré cette homogénéité

[1] Voir en particulier : l'Indice céphalique chez 1210 Tsiganes de la Péninsule des Balkans, in *Bull. Soc. d'Anthrop.*, Lyon, 1905. Voir aussi l'*Anthropologie*, Paris, 1905.

et j'ai, en quelques lignes brèves, indiqué les principaux traits ethnographiques de cette « race » tsigane, l'une des plus intéressantes qui soient et l'une des moins connues.

Ici même et en raison justement de l'analyse que nous exposerons ci-dessous, les Tsiganes, plus qu'aucune autre population de l'Europe, nous sont précieux. Dans une étude d'anatomie ou de morphologie comparatives, les conclusions ont d'autant plus de valeur que le « matériel » dont on s'est servi a présenté, au minimum possible, des caractères extrêmes dans un sens ou dans l'autre. Or, chez l'homme, ces caractères extrêmes ont bien plus de chance de se rencontrer dans des groupes, formés d'éléments ethniques sans pureté relative comme le sont la plupart des Européens. Dans la présente série, ce facteur d'erreur est certainement éliminé dans une très large mesure. A ce propos, il est bon d'ajouter qu'il y a Tsiganes et Tsiganes. Beaucoup de ceux que nous voyons errer dans les pays de l'Europe occidentale n'ont, généralement, de Tsiganes, que le nom et le genre de vie.

Les documents anthropométriques que nous possédons sur les 1210 Tsiganes qui figurent ici, sont nombreux. Nous ne les présenterons pas tous dans cette note. Le dépouillement de nos fiches — rien que des fiches des Tsiganes — (nous ne parlerons pas des autres, beaucoup plus nombreuses encore) est une besogne considérable. De quatre longs voyages dans la Péninsule des Balkans, nous avons rapporté une quantité énorme de chiffres et d'indications. Ce travail de dépouillement est donc un travail de très longue

haleine. C'est pourquoi, ne sachant pas quand nous pourrons publier le résultat complet de nos observations, nous avons fait un choix préliminaire de quelques-unes des grandeurs principales du corps. La présente note a donc pour but de fixer une date, de planter un jalon. Le surplus de ces recherches viendra plus tard, si nous avons le loisir d'achever notre travail.

Le choix que nous avons fait a porté sur les grandeurs suivantes : la taille ; la hauteur de la jambe ; celle du buste ; la hauteur du crâne ; la longueur de l'oreille et celle du nez. On voit que ce sont des diamètres verticaux. La question de la différence sexuelle de la grandeur du crâne étant d'un intérêt évident, nous avons ajouté trois diamètres horizontaux : le diamètre antéro-postérieur, le diamètre métopique et le diamètre transversal de cette partie du corps.

Nous n'entrerons, ici, dans aucun détail d'ordre ethnologique comme, par exemple, des comparaisons qui pourraient être faites entre les Tsiganes et d'autres groupes ethniques — ceux au milieu desquels ils vivent ou ceux à qui ils pourraient être apparentés. Ces questions sont réservées pour plus tard et pour ailleurs. Encore un mot : les moyennes de 100, qui figureront ici, sont calculées par addition de 10 groupes de 10. Les moyennes générales sont obtenues par division du total des séries de 100 par leur nombre[1]. Cette observation a sa raison d'être. On sait que, selon la manière dont on opère pour l'obtention des moyennes, on a par devers soi des chiffres différents. Et c'est pour parer au reproche d'erreur qu'on pourrait nous

[1] Les moyennes générales = 780 cas d'un côté et 430 de l'autre.

faire à l'avenir, si les chiffres que nous aurons à exprimer plus tard, présentaient avec ceux-ci de petites différences. Dans le tableau de la taille, qui va suivre, le procédé du calcul par la moyenne a l'inconvénient d'élever la taille absolue de la femme de un centimètre environ. C'est une erreur beaucoup trop grande en l'espèce et nous la corrigerons en temps et lieu.

Nous ne dirons rien non plus de la bibliographie du sujet. Il y a, sur d'autres groupes ethniques, des travaux antérieurs au nôtre, sur des questions semblables ou connexes. Mais peu sont basées sur des grands nombres. Et les groupes choisis sont loin d'être purs. Nous citerons quelques chiffres de M. Manouvrier, qui a travaillé avec les fiches du service anthropométrique de Paris et quelques-uns aussi de M. Papillault, qui a opéré sur 200 cadavres de Parisiens, 100 de chaque sexe.

I. *La taille, le buste, la jambe.*

La taille a été mesurée, les individus étant debout. Je sais que ce procédé est critiquable, mais, en l'espèce, c'est la seule manière de pouvoir opérer. La steppe n'est pas un laboratoire plein de commodités et les Tsiganes ne se prêtent pas volontiers à de longues et minutieuses observations. Quelquefois, même, nous avons eu de sérieuses difficultés dans nos recherches. Inutile d'insister sur ce point. Tous les anthropologistes qui ont voyagé, savent ce qu'il en coûte de faire de semblables travaux. D'ailleurs, les petites erreurs dans la longueur absolue du corps, qui seraient évitées dans la position couchée, sont largement compensées par la puissance numérique des séries mises en paral-

lèle. D'autre part, les comparaisons sexuelles — ce qui importe ici — n'en souffriront pas non plus, puisque la technique a été la même pour tous les individus.

La moyenne de la taille absolue des hommes et des femmes est :

	Hommes	Femmes
Moyennes :	$1^{m}653$	$1^{m}549$

Nous avons dit, tout à l'heure, que le calcul de la moyenne générale suivant le procédé que nous avons expliqué, causait, dans la taille moyenne des femmes, une erreur. En effet, la moyenne réelle est de $1^{m}532$. Cette erreur existe aussi chez les hommes, mais elle est moins grande. Voici les tailles moyennes réelles de ces deux groupes :

Hommes : $1^{m}649$. . Femmes : $1^{m}532$.

Mais, en réalité, ce qui nous intéresse ici, c'est-à-dire la différence sexuelle, ne subit pas grand changement ($10^{cm}4$ au lieu de 11^{cm}). Cette différence sexuelle est à peu près celle que l'on trouve dans les divers groupes ethniques étudiés à ce point de vue. Topinard indique qu'il faut toujours ajouter 12 centimètres à la taille de la femme pour la rendre égale à celle de l'homme. Mais les auteurs ont trouvé des chiffres différents qui proviennent, en grande partie, des séries insuffisantes qu'ils avaient à manier. Dernièrement, Papillault, dans son étude de l'homme moyen à Paris, a trouvé, comme nous, 11 centimètres de différence.

On a pensé également (Topinard) que les variations sexuelles varient chez les diverses races en raison de la stature générale de celles-ci. Les plus grandes auraient des différences sexuelles plus grandes que les plus pe-

tites. En admettant cette hypothèse, on devrait finir par trouver dans les groupes humains, de plus en plus petits, l'égalité entre les sexes. Les séries de Français mises en ligne par Papillault contredisent cette assertion. Mais, cet auteur en accuse immédiatement la faiblesse numérique de ses groupes.

Nous, qui avons de fortes séries à notre disposition, nous pouvons établir six groupes de 100 — trois de chaque sexe. Ces trois groupes sexuels sont composés de petites tailles < ; de moyennes tailles M et de grandes tailles >.

	100 <	100 M	100 >
Hommes :	155 cm. 7	164 cm. 06	174 cm. 3
Femmes :	146 cm. 2	154 cm. 5	160 cm. 8
Différences :	9 cm. 5	9 cm. 56	13 cm. 5

Ces chiffres semblent confirmer la thèse de Topinard. Mais le rapport de la taille de la femme à celle de l'homme, dans ces trois groupes, est :

93.9	94.2	92.2

C'est par les tailles moyennes que la femme se rapproche le plus de l'homme. C'est par les grandes tailles qu'elle s'en éloigne le plus.

Pourquoi la femme a-t-elle cette infériorité de taille par rapport à l'homme ? On a invoqué une différence originelle brute qui se serait perpétuée au travers de toutes les générations humaines — et ce serait alors un simple caractère sexuel héréditaire, peu susceptible de modification sélective. On a invoqué le degré de culture de certains peuples ; sous l'influence d'un milieu social modifié — heureux ou malheureux pour la femme — la différence sexuelle diminuerait ou s'accentuerait. On

a pensé à la sélection véritable au profit de l'homme chez les peuples guerriers, etc., etc. Chez les Tsiganes, ces dernières causes ne peuvent être invoquées. La sélection sociale qui paraîtrait avoir le plus de valeur ne joue, ici, aucun rôle efficient ; la répartition des travaux est à peu près la même dans les deux sexes. Mais, une hypothèse de M. Papillault retient notre attention. Ce savant pense que des grossesses répétées, dans le jeune âge, amènent probablement la soudure plus précoce des épiphyses et un arrêt de la croissance. Cette hypothèse pourrait être invoquée pour les femmes tsiganes qui se marient très jeunes et qui ont, presque toujours et très vite, un très grand nombre d'enfants.

La question est loin d'être résolue. Il faut ajouter que la taille est une quantité complexe, dès lors soumise à bien plus de variations que d'autres parties du corps. Et nous devons savoir si c'est par le buste ou par les jambes que la femme s'éloigne le plus de l'homme.

Les membres inférieurs fournissent les longueurs suivantes dans les deux sexes :

	Hommes	Femmes
Moyennes :	792^{mm}	730^{mm}7

La différence sexuelle absolue est de 61^{mm}3, au profit de l'homme.

Grandeur du buste :

	Hommes	Femmes
Moyennes :	861^{mm}	818^{mm}8

Différence dans la grandeur du buste entre les deux sexes : 42^{mm}2 au profit de l'homme.

La hauteur absolue du buste dépasse la grandeur absolue de la jambe. Cependant, la différence sexu-

elle de la taille porte beaucoup moins sur cette première partie du corps que sur la seconde. La femme se rapproche beaucoup plus de l'homme par la longueur absolue de son buste (elle s'en éloigne par sa longueur relative, comme on le verra plus loin) que par la longueur absolue de ses jambes. On peut se convaincre de ce fait par le rapport, chez la femme à l'homme = 100, de la grandeur de ces deux segments principaux du corps, auxquels nous ajoutons la taille entière.

Si taille, buste, etc. de l'homme = 100, on trouve chez la femme les rapports :

Taille totale.....	93.9
Jambes.....	92.2
Buste.....	95.1

Tous les chiffres ci-dessus correspondent à des longueurs absolues. Ils n'ont qu'un intérêt passager, puisque nous savons que la taille de la femme est inférieure à celle de l'homme. Les rapports de ces diverses grandeurs entre elles et pour la taille entière nous éclaireront sur des points d'interprétation physiologique moins généraux.

Nous avons donc cherché le rapport de la grandeur de la jambe à la taille, celui de la grandeur du buste à la taille et, enfin, le rapport de grandeur de la jambe au buste.

Si la taille = 100, les jambes =

	Hommes	Femmes
Moyennes :	47.86	47.08

Chez les deux sexes les membres inférieurs augmentent de longueur relative, au fur et à mesure que la

taille s'élève. Et cela d'une façon régulière chez les femmes. Les chiffres des moyennes indiquent que chez la femme les membres inférieurs sont relativement moins grands, par rapport à la taille, que chez l'homme.

Passons maintenant à la hauteur du buste.

Si la taille = 100, le buste =

	Hommes	Femmes
Moyenne :	52.14	52.92

Quand on examine les groupes de 100, on voit qu'il y a diminution graduelle de la grandeur relative du buste dans les deux sexes au fur et à mesure que la taille s'élève.

D'un autre côte on constate que les femmes possèdent un buste relativement plus grand que celui des hommes. Si pour les membres inférieurs, le rapport de la femme à l'homme est 98.4 ; pour le buste ce même rapport est 101.49. Ce dernier chiffre montre bien que, pour ce caractère de la plus grande longueur relative du buste, l'homme est assez fortement distancé par la femme.

Cette prédominance du développement du buste chez la femme peut s'expliquer par un volume des viscères abdominaux relativement supérieur. En effet on sait que, par rapport au volume des os des membres qui représentent en partie le développement de l'appareil locomoteur, le volume des viscères abdominaux est plus grand chez la femme que chez l'homme. Par le volume du squelette la femme est à l'homme comme 80 est à 100, tandis que sous le rapport des viscères abdominaux elle est comme 90 est à 100. Le développement du buste, indiqué ici par une seule dimension,

peut représenter, en partie, le développement du système nerveux central (hauteur du crâne) et celui des viscères contenus dans le tronc. La prédominance des organes de nutrition sur ceux de locomotion pourrait être établie, d'une façon approchée, par le rapport de la grandeur du buste à la taille et aux membres inférieurs et supérieurs. Cette non prédominance, chez la femme, du développement de l'appareil locomoteur relativement aux appareils de l'innervation et de la nutrition serait la conséquence de la maternité, de l'obligation de contenir et de nourrir le fœtus.

Pour savoir si à taille égale, les faits ci-dessus se vérifient, j'ai choisi dans mes 121 groupes de 10, les chiffres des membres inférieurs et du buste, à taille égale, pour les deux sexes. J'ai ainsi formé cinq groupes de chaque sexe. Je n'indique pas ici tous les chiffres obtenus, mais je les résume dans les moyennes suivantes :

	Hommes	Femmes
Taille	1m569	1m569
R. du B. à la T.	52.88	52.91
R. des memb. inf. à la T.	47.18	47.17

Ces chiffres confirment les résultats généraux obtenus ci-dessus. Ils nous permettent de dire que non seulement, relativement à une taille quelconque, le buste de la femme est plus développé que celui de l'homme, mais encore qu'il en est ainsi à taille égale. D'autre part, à taille égale aussi, les membres inférieurs sont relativement de même longueur dans les deux sexes. D'une manière absolue ils sont plus grands chez la femme.

J'ai encore calculé le rapport de la longueur de

la jambe, non plus à la taille, mais au buste. Si le buste = 100, les membres inférieurs = :

	Hommes	Femmes
Moyenne	92	90,30

Ici, la jambe est relativement plus petite, par rapport au buste, chez les femmes que chez les hommes.

On sait que la jambe s'accroît en proportion de la taille et cela dans les deux sexes. Les chiffres qui représentent la moyenne de ce rapport dans les deux sexes est très élevé. A taille égale il dépasse de beaucoup celui des Français quelconques, par exemple (87.9 chez les hommes). Par contre il se rapproche de celui que nous avons trouvé nous-mêmes sur les individus châtrés [1], chez qui l'opération de la castration amène un allongement exagéré de la jambe. Mais ce n'est pas le lieu de discuter ces questions, et nous continuerons à rester dans les comparaisons sexuelles. Ce développement moins grand relativement des membres inférieurs chez la femme correspond encore à ce que nous avons établi il y a un instant.

Si nous résumons les résultats que nous venons d'obtenir, nous constatons dans le présent cas :

que la taille absolue de la femme est de onze centimètres environ inférieure à celle de l'homme :

que la différence sexuelle au profit de l'homme est plus évidente dans les tailles extrêmes, minima est maxima, que dans les moyennes tailles ;

que la différence sexuelle de la taille porte beau-

[1] La taille, le buste, le membre inférieur chez les individus qui ont subi la castration. *C. R. Acad. des sciences et Ass. franç. pour l'avanc. des sciences*, session de Grenoble, 1904.

coup moins sur la hauteur absolue du buste que sur la longueur absolue à la jambe ;

que par les longueurs absolues, la femme se rapproche beaucoup plus de l'homme par son buste que par ses membres inférieurs ;

que, relativement à la taille celle-ci n'étant pas égalisée dans les deux sexes, la jambe est relativement moins grande chez la femme que chez l'homme ;

que le buste, au contraire est, relativement, plus grand chez la femme que chez l'homme ;

que le dernier fait ci-dessus se vérifie dans des groupes sexuels de taille égale ;

que la femme possède des membres inférieurs relativement plus petit que l'homme, si on le compare au buste.

(A suivre.)

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 7 décembre 1905.

C. Sarasin. Géologie des environs de la Lenck. — R. Gautier. Eclipse de soleil du 30 août. — R. Gautier. La comète 1905 b. — L. Duparc et G. Pearce. Expédition scientifique dans le bassin de la Wichera. — L. Duparc et F. Pearce. Extinctions des diverses faces d'une zône d'un cristal biaxe.

M. Ch. Sarasin fait une communication sur la *Géologie des environs d'Adelboden et de la Lenck.*

La région étudiée fait partie de la bordure méridionale des Préalpes, dans laquelle celles-ci entrent en contact avec le front des grands plis couchés au N. des Hautes Alpes. Elle est formée par des plis empilés et imbriqués de terrains préalpins dont la forme exacte restait à déterminer et qui ont été interprétés, dans leur ensemble, de deux façons diamétralement opposées. Tandis que certains auteurs voient, dans cette zône interne des Préalpes, un faisceau de plis à peu près autochtones couchés au S., en sens inverse des plis haut-alpins, d'autres, en particulier MM. H. Schardt et M. Lugeon, admettent ici l'existence de plusieurs lames de charriages successives, qui auraient appartenu à des plis superposés à ceux des Hautes Alpes, enracinés au S. de celles-ci et entraînés au N. par une énorme masse chevauchante, dont l'ensemble des Préalpes médianes ne représenterait qu'un lambeau.

M. Sarasin a commencé par définir les caractères stratigraphiques de la série sédimentaire dans la région

étudiée, en insistant particulièrement sur la présence au niveau du Lias moyen d'un complèxe puissant de grès quartzeux et de conglomérats à éléments granitiques, qui ressemblent d'une façon frappante à des dépôts de la chaîne du Niesen attribués généralement au Flysch. Ce sont, du reste, le Lias et le Dogger qui sont les éléments stratigraphiques fondamentaux ; le Trias n'est jamais représenté que par une série peu épaisse de calcaires dolomitiques, de corgneules et de gypse ; le Malm n'existe que très localement sous forme de calcaires gris massifs ; le Crétacique apparaît, par places, avec un faciès de calcaires gris lités, qui caractérise en partie les « Couches rouges ». Le Flysch, formé de schistes et de grès, ne joue ici qu'un rôle tout-à-fait subordonné.

Au point de vue tectonique, M. Sarasin a reconnu l'existence, entre le front des Hautes Alpes et la zône de Flysch du Niesen, de quatre plis couchés et empilés et, pour deux d'entr'eux, il a pu constater directement des charnières anticlinales fermées au S.E. ; il en conclu que tous quatre sont enracinés au N.W. et couchés contre le front des Hautes Alpes au S.E. Dans la région de la vallée de la Simme, les trois plis inférieurs ont subi une réduction très brusque, qui s'explique par le développement, en face d'eux, de plis chevauchants haut-alpins émergeant de dessous le grand anticlinal Mittaghorn-Fixer-Ammertenhorn ; par contre, le pli supérieur préalpin prend une très grande amplitude, recouvre les plis chevauchants des Hautes Alpes et enfonce son front entre ceux-ci et le grand anticlinal Mittaghorn-Fixer-Ammertenhorn.

Le déversement au S. des plis préalpins de la région de la Lenck, que M. Sarasin considère comme démontrée, rend fort probable l'hypothèse que l'ensemble des plis préalpins sont autochtones et ne font pas partie d'un système de nappes de charriage, comme l'admettent MM. Schardt et Lugeon. Le déversement au S. de la zône interne des Préalpes, tandis que les Hautes Alpes montrent un déversement au N., peut s'expliquer par l'exis-

tence, entre ces deux régions, d'une zône géosynclinale, qui tendait à s'affaisser pendant que les chaînes s'élevaient au N. et au S., et vers laquelle ont convergé tout naturellement les plis d'abord déjetés puis couchés des Hautes-Alpes d'une part, des Préalpes de l'autre.

Pour plus de détails, voir *Archives*, t.. XXI, janvier et février 1906.

M. R. Gautier revient avec plus de détails sur l'*éclipse de soleil du 30 août*, dont il avait déjà sommairement entretenu la Société le 14 septembre. Il présente quelques-unes des photographies que M. Pidoux et lui ont prises, le 30 août, à Santa Ponza (île de Majorque). On trouvera les détails complets, sur les observations faites par la mission suisse, dans la note sur « l'éclipse totale de soleil du 30 août » qui a paru dans le N° de décembre des *Archives*.

M. Gautier donne ensuite quelques indications sur les résultats obtenus ailleurs pendant la durée de la totalité. En Espagne, il y a quelques cas de réussite, malgré un temps nuageux. En Algérie, en Tunisie et en Egypte, le temps a été très généralement beau. La couronne solaire a partout présenté la forme irrégulière et à grands jets, ou faisceaux lumineux qu'elle prend pendant les éclipses survenant, comme la dernière, dans une période de maximum d'activité du soleil. Il n'y a pas encore de fait vraiment nouveau à signaler; mais l'étude de tous les matériaux photographiques accumulés pendant les trois ou quatre minutes de la totalité, est loin d'être terminée à l'heure actuelle.

M. R. Gautier communique quelques détails sur la *comète 1905 b*, découverte par M. Emile Shær, astronome adjoint à l'Observatoire de Genève. C'est le 17 novembre, à six heures et demie du soir, que M. Schær a trouvé cet astre nouveau, qui est intéressant par le mouvement très rapide dont il était animé au moment de sa découverte et, par conséquent, par sa distance relativement faible à la terre.

M. Schær l'a trouvé en explorant, ce soir-là, le ciel du côté du nord, au moyen d'un réflecteur newtonien modifié, qu'il avait construit en 1904 et dont la description détaillée a été publiée dans le N° 3958 des *Astronomische Nachrichten*[1]. C'est un réflecteur à tube à peu près horizontal, avec miroir parobolique de 16 cm. de diamètre, pour concentrer les rayons, et un miroir plan de 22 cm., incliné à 45° et destiné à réfléchir sur le premier les rayons venant d'un astre quelconque. Le miroir plan est percé d'un orifice de 4 cm. pour laisser le faisceau de rayons arriver à l oculaire. Cet instrument se prête très bien à l'exploration du ciel dans une direction quelconque, car il reste toujours à peu près horizontal et ne fatigue pas l'observateur.

La comète Schær avait, le 17 novembre, une forme circulaire avec une condensation bien marquée au centre et le diamètre total de la nébulosité était de 8' environ. Elle était de septième grandeur et elle a encore un peu augmenté d'éclat les jours suivants, de sorte qu'elle a été vue facilement à l'œil nu, le 20, à l'observatoire de Königstuhl sur Heidelberg.

Grâce aux mauvaises conditions atmosphériques, les observations n'ont pas été faciles les premiers jours, à Genève en particulier. Jusqu'à présent, M. Pidoux, qui la suit attentivement, quand c'est possible, à l'équatorial Plantamour et qui l'a photographiée plusieurs fois avec la lunette photographique actuellement fixée à cet instrument et souvent à travers un interstice de nuages, n'a pu obtenir que 5 positions.

Le mouvement est très rapide : le 17 au soir, la comète était à 4° du pôle ; le 18, d'après une observation de Bamberg, elle était déjà à 9°.3 ; le 19, à 20° ; le 20, à 28° ; le 21, à 37°. Ce mouvement très rapide a amené la comète à travers les constellations de Cassiopée et de Pégase, à passer l'équateur le 3 décembre près de λ des Poissons et, actuellement, c'est un astre austral.

[1] A. N., v. 165, p. 345.

Dès le 21 novembre, M. Ebell, l'un des collaborateurs à la rédaction des *Astron. Nachrichten*, qui reçoivent toutes les observations par télégraphe car c'est à Kiel que se trouve la « Centralstelle für astronomische Telegramme », calculait des éléments de l'örbite et une éphérémide pour suivre son mouvement. D'après un nouveau calcul du même M Ebell, basé sur des observations un peu plus distantes, l'orbite de la comète est très bien représentée par le système d'éléments suivant, franchement parobolique.

Passage au périhélie : T = 1905 octobre 25.7 temps moyen de Berlin.

Distance périhélie : q = 1.052.

Longitude du nœud : $\Omega = 222° 55'$.

Longitude du périhélie rapportée au nœud : $\omega = 132°35'$.

Inclinaison : i = 140° 37' (mouvement rétrograde).

Il en résulte que la comète a été trouvée assez longtemps après son passage au périhélie; qu'elle s'éloigne du soleil ; qu'elle a passé le 20 novembre à sa moindre distance de la terre, distance encore respectable de 36 millions de kilomètres ; puis elle s'éloigne à la fois de la terre et du soleil et son éclat va toujours en diminuant.

Elle a été cependant assez lumineuse grâce à sa proximité de la terre et c'est, en tous cas, la comète la plus brillante que l'on ait vue depuis longtemps.

M. le Prof. L. Duparc, en son nom et en celui de M. F. Pearce, communique les résultats préliminaires de l'expédition qu'ils ont faite cet été dans le *bassin de la rivière Wichera* (Oural du Nord). Cette rivière, qui est bien l'un des plus forts affluents de la Kama, a été remontée de son embouchure jusqu'à sa source ; toute la vaste région montagneuse qui s'étend de sa rive gauche à la ligne de partage des eaux européennes et asiatiques a été explorée en détail ; les recherches ont même été poursuivies jusqu'à 20 kilomètres environ à l'est de cette ligne.

Au point de vue géophysique, la contrée est fort intéressante ; elle est constituée par une série de rides parallèles qui comprennent plusieurs massifs rocheux impor-

tants tels que le Toulimsky-Kamen, l'Ichérim, le Jalping-Ner, etc. Ces massifs sont relativement élevés ; leurs principaux sommets dépassent 1400 mètres. La topographie est d'une remarquable uniformité ; le phénomène des hautes terrasses que nous avons découvert antérieurement sur les chaînes qui se trouvent plus au sud[1] est, ici, développé avec une ampleur et une généralité remarquables et communique, à cette région, un aspect unique et inoubliable. Tous les sommets sont rasés en plateformes d'une régularité surprenante et, sur les flancs de montagnes, les terrasses étagés à divers niveaux se poursuivent à perte de vue avec une régularité parfaite. Nous avons relevé une foule de cotes barométriques de ces différentes terrasses et avons pu constater que leurs niveaux se correspondent sur de grandes distances et sur des chaînes très différentes. Ces terrasses sont le reste d'une très ancienne topographie ; elles sont, en tout cas, antiquaternaires et antérieures aux vallées qui sont occupées par les cours d'eau actuels et dont le lit est creusé dans des alluvions couverts qui renferment parfois des molaires de mamouth. Bien plus, ces terrasses ont eu parfois par les érosions quaternaires et contemporains, comme on peut le constater en maints endroits, notamment sur le Bieli-Kamen.

Nous avons dépassé, vers l'extrême nord, la limite des sources de la Wichera et sommes arrivés à proximité des sources de la Petchora ; dans l'espérance que nous trouverions là des vestiges de l'extension glaciaire septentrionale ; nos recherches n'ont pas été couronnées de succès ; nulle part, nous n'avons trouvé trace de terrain erratique ou de topographie glaciaire, mais, en revanche, partout le phénomène des hautes terrasses ; de sorte qu'il n'est pas douteux que l'extrême limite sud de la nappe glaciaire qui a recouvert la partie septentrionale de l'Oural ne se soit arrêtée au-delà des sources de la

[1] Voir l'article publié dans *La Géographie* de Paris, par MM. Duparc et F. Pearce, sur le phénomène des hautes terrasses.

Wichera et des hauts massifs de l'Icherim et du Jalping-Ner.

Au point de vue géologique, la contrée est, en grande partie, formée par des roches detritiques recristallisées, simulant les schistes cristallins les plus variés. Ces roches sont infradévonniennes, l'absence de bancs fossilifères ne permet pas de leur attribuer un âge précis. Dans l'Oural du Sud, on les considère comme formant la base du dévonien inférieur dans la region que nous avons parcourue on ne peut rien affirmer à cet égard.

Le seul point que nous avons pu définitivement établir, c'est que ces pseudo-schistes cristallins sont supérieurs à des quartzites blanches et saccharides ainsi qu'à des conglomérats siliceux qui alternent avec elles et qui apparaissent toujours au cœur des anticlinaux. Cette disposition ressort à l'évidence dans les massifs les plus élevés, qui sont toujours formés par des boutonnières anticlinales de quartzits et conglomérats siliceux, entourés par les schistes cristallins qui sont nettement supérieurs. L'élévation de ces massifs de quartzits tient exclusivement au fait que les quartzites et conglomérats siliceux résistent beaucoup mieux à l'érosion que les schistes. Les roches éruptives sont rares dans cette contrée et d'un type très uniforme : ce sont toujours des gabbros lencocrats ou mélanocrats, en gros dykes ou filons, qui percent dans les quartzits ou les schistes cristallins. Le Joubrechkine-Kamen est particulièrement intéressant à cet égard et l'anticlinal de schistes qui le constitue est percé de nombreux et gros filons de ces gabbros qui présentent deux faciès très tranchés. A une dizaine de kilomètres à l'est de la ligne de partage, nous avons trouvé une très longue chaîne, qui court à peu près N.-S. et que nous avons suivie sur plus de 60 kilomètres : elle est entièrement formée par des roches éruptives basiques variées de la série des gabbros et des pyroscénites, dont nous ferons l'étude ultérieurement. Cette chaîne paraît topographiquement et pétrographiquement aussi, être une continuation de la grande boutonnière éruptive du Daneskir-Kamen qui vient plus au sud.

Dans la région même de la haute Wichera, les chaînes de schistes cristallins et de quartzites sont limités, vers l'ouest, par une bande de dévonien moyen que nous avons antérieurement étudiée plus au sud, dans le synclinal de Tépil où elle prend naissance et qui, en s'élargissant vers le nord, se poursuit sans discontinuité jusqu'à la mer blanche. Nous avons supposé, antérieurement déjà, que ce dévonien était discordant sur les schistes cristallins[1] et nous avons trouvé sur la Wichera des preuves décisives de cette discordance. En effet, en remontant le Vels, affluent gauche de la Wichera, nous avons nettement eu le contact des schistes verts redressés et plongeant vers l'est, avec les dolomies du D^r qui ondulent faiblement et les recouvrent en discordance manifeste. A plusieurs reprises, nous avons trouvé des lambeaux de ces dolomies en couches horizontales qui reposaient sur un soubassement continu de ces schistes verts presque verticaux. Près de la mine de Choudia et complètement isolé de la grande bande de D^r par une crête de schistes verts plus orientale ; nous avons trouvé un très grand affleurement de ces dolomies horizontales dont les bancs inférieurs, en contact avec les schistes redressés, étaient bréchiformes et renfermaient des débris anguleux de ces mêmes schistes. Cette discordance témoigne de l'existence de plusieurs mouvements successifs qui se sont produits à diverses époques dans la grande chaîne[2].

Quant à la tectonique, elle est relativement simple. Les plis, toujours déjetés vers l'ouest, se succèdent avec une grande régularité, sans dislocations compliquées. Les zônes tectoniques que nous avons établies dans les régions situées plus au sud, ont toutes été retrouvées dans le bassin de la Wichera. La grande chaîne de quartzites du

[1] Voir L. Duparc et F. Pearce. Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord. Vol. II, 1905.

[2] L. Duparc, L. Mrazec et F. Pearce. Sur l'existence de plusieurs mouvements orogéniques successifs dans l'Oural du Nord. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 1903.

Poyassavoï se continue plus au nord par un longitudinal de schistes verts formant l'Oural proprement dit, l'anticlinal du Liampowsky-Kamen, qui vient plus à l'ouest, trouve sa continuation dans celui du Bieli-Kamen où réapparaissent les quartzits. La crête d'Autipowsky-Greline, anticlinal déjeté et faible sur le versant ouest, se continue par la crête et la pyramide de Choudi-Pendi et, plus au nord, par le Martaïsky-Gora. Enfin, la grande chaîne de Kwarkouclo trouve son équivalent septentrional dans le Tschouwal.

M. Pearce, en son nom et celui de M. Duparc, présente une communication *sur les extinctions des diverses faces d'une zône d'un cristal biaxe.*

Lorsque l'on choisit le plan d'une projection stéréographique normal à l'axe de zône Z, les diverses faces de celle-ci sont représentées par les diamètres du cercle fondamental ; en outre, les deux plans que l'on peut construire par la normale N à la section et les deux axes optiques sont figurés par des grands cercles faisant, avec l'arête de zône, des angles β et β', qui se projettent eux-mêmes sur la trace de chaque section. L'angle d'extinction E, en vertu d'un théorème connu de Fresnel, aura pour valeur :

$$\varepsilon = \frac{\beta + \beta'}{2}$$

Si, dans cette égalité, on remplace β et β' par leurs valeurs, on obtient l'équation

$$\varepsilon = \frac{1}{2}\left[\text{arc tang}\Big(\text{tang}\,\theta \cos(\varphi + \alpha)\Big) + \text{arc targ}\Big(\text{tang}\,\theta' \cos(\alpha - \varphi)\Big)\right]$$

donnant l'angle d'extinction pour une face quelconque de la zône et où θ et θ' sont les angles compris entre les axes optiques et l'arête de zône, α celui entre le plan mobile et l'origine qui est le plan bissecteur de l'angle 2φ du dièdre construit sur les axes optiques et l'arête de zône.

L'angle d'extinction peut être obtenu graphiquement et il est représenté dans la projection stéréographique par

une droite Z E ayant son origine au centre du cercle fondamental, elle est la projection sur la trace de la section de l'angle d'extinction rapporté à l'axe de zône. Si l'on fait la construction pour toutes les faces de la zône, le vecteur Z E trace une courbe fermée dissymétrique, passant au centre de la projection, elle montre que l'angle d'extinction, pour un déplacement de 180° sur la zône, passe par un maximum et par 0 en changeant de signe. La formule donnée permet une discussion aisée des propriétés des courbes d'extinction et la recherche des maxima et minima.

La deuxième ligne d'extinction dont le pôle se trouve sur la trace de la section à 90° de E, trace une courbe coupant le cercle fondamental. L'étude détaillée de ces courbes montre que :

1° La ligne d'extinction de la vibration de même signe que la bisectrice aiguë trace la courbe fermée, par conséquent que l'angle d'extinction passe par un maximum et par 0 en changeant de signe, lorsque l'arc mesurant l'angle aigu des axes optiques se projette dans l'intérieur du cercle fondamental.

2° Si l'arc mesurant l'angle aigu des axes optiques coupe le cercle de base, c'est la direction d'extinction de signe contraire à celui de la bissectrice aiguë qui trace la courbe fermée passant au centre de la projection.

3° Si l'un des axes optiques a son pôle sur le cercle fondamental, on se trouve dans un cas limite, la direction d'extinction du signe de la bissectrice aiguë du cristal trace une courbe où le signe de l'extinction change brusquement en passant par une valeur indéterminée.

4° Si on trace sur la sphère deux grands cercles dont les plans sont normaux aux deux axes optiques, on découpe sur celle-ci quatre fuseaux dans lesquels peuvent se trouver les pôles de l'axe de zône. On trouve, si l'axe de zône à son pôle dans le fuseau contenant la bissectrice aiguë, c'est-à-dire s'il est contenu dans l'angle obtus des sections cycliques de l'ellipsoïde, que c'est la direction d'extinction de même signe que le cristal qui trace en

projection la courbe fermée passant au centre de l'épure. Cette courbe est décrite par la direction de signe contraire au signe optique si l'axe de zône est situé dans l'angle aigu des sections cycliques.

5° Si l'arête de zône est situé dans un des plans principaux d'élasticité du cristal, les résultats généraux précédents s'appliquent également et les courbes réunissant les pôles des deux lignes d'extinction, sont symétriques par rapport à la trace du plan d'élasticité.

Séance du 21 décembre.

R. Chodat et A. v. Sprecher. L'origine du sac embryonnaire de Ginkgo biloba. — R. Chodat et E. Rouge. La sycochymase. — V. Fatio. Le Rhodeus amarus à Genève. — F. Batelli et Stern (Mlle). Les oxydations dans l'organisme animal.

M. le Prof. Chodat présente, au nom de M. A. v. Sprecher, une communication *sur l'origine du sac embryonnaire de Ginkgo biloba.*

Cette origine n'avait encore été décrite jusqu'à présent. La matière de ces recherches provient de deux exemplaires de Ginkgo femelle se trouvant à Genève, l'un aux Bastions, planté par A.P. de Candolle, l'autre, plus petit, au Jardin anglais. Les bourgeons floraux ont été cueillis du mois d'octobre jusqu'à l'arrêt du développement au mois de novembre et au printemps, dès le commencement de la végétation.

La fleur femelle est encore, aujourd'hui, interprétée d'une manière différente par les botanistes. Sans entrer ici dans cette discussion, l'auteur appelle fleur tout l'appareil qui naît à l'aiselle, soit d'une feuille normale, soit d'une feuille formant passage aux écailles. Cette fleur naît de bonne heure comme une petite protubérance. Elle se distingue à ce stade de la feuille rudimentaire par l'absence de chlorophylle. Au sommet de cette protubérance, se forme une dépression et, latéralement, se produisent deux renflements correspondant peut-être à deux feuilles réduites. Sur chacun de ces renflements naît un ovule

dont le tégument et le nucelle se développent simultanément. A la fin d'octobre, le nucelle est encore visible extérieurement et rappelle celui de *Stangeria paradoxa*.

Au mois de mars, le tégument a entouré le nucelle, ne laissant au sommet qu'une ouverture bilabiale : le micropyle. Le nucelle est d'abord arrondi au sommet et sur toute sa longueur à une largeur à peu près régulière. Les cellules qui le constituent sont arrangées en séries verticales. (Lang a observé la même disposition dans le *Stangeria*)[1]. Au dessous de l'épiderme, se produit une active division cellulaire qui refoule vers l'intérieur le futur tissu sporogène. Ce tissu sporogène se forme au printemps, au premier éveil de la végétation. Il se distingue par ses cellules plus grandes et plus différenciées. Enfin, le nucelle s'appointe et à son sommet commence, sous l'action de ferments, une destruction de cellules qui laissera, vers le mois d'avril, une chambre pollinique prête à recevoir le pollen. Au même moment, dans le tissu sporogène situé profondément dans le nucelle, on aperçoit une grande activité au niveau de l'insertion du nucelle ou même un peu plus bas.

Dans des préparations colorées avec de la fuchsine et du vert d'iode, on voit des cellules qui se distinguent des autres par leurs membranes épaissies, comme gélifiées, colorées en rouge et un noyau plus gros situé du côté de la chambre pollinique. Ce sont les cellules mères du sac embryonnaire. Dans le même tissu sporogène, l'auteur a rencontré plusieurs fois deux cellules mères qui sont toujours séparées par plusieurs assises de cellules dans le sens longitudinal. Ces cellules s'accroissent considérablement, se vacuolisent et divisent leur noyau d'abord en deux, puis en trois, un de ces noyaux se divisant plus tard que l'autre ou ne se divisant pas du tout. Il se trouve donc un stade avec trois noyaux dans une cellule. Les membranes cellulaires ne se forment que quelque

[1] W.-H. Lang, The ovule of Stangeria paradoxa. *Annals of Botany*, vol. XIV, 1901.

temps après. La division peut donner lieu à une série superposée de cellules filles ou à une disposition tétraédrique.

Dans la seconde moitié du mois d'avril et au commencement du mois de mai, les ovules cueillis commençaient déjà à fermer le bec de leur micropyle. A cette époque, se forme le sac embryonnaire. Il naît généralement de la cellule fille la plus intérieure de la cellule mère, c'est-à-dire la plus éloignée du micropyle. Cette cellule fille grossit beaucoup et refoule les autres et se vacuolise. L'auteur observe dans la première division du noyau du sac embryonnaire le stade métaphase. Les chromosomes sont volumineux et leur nombre peu considérable. La membrane du sac embryonnaire, comme aussi celle des cellules qui le limitent, se colorent très faiblement. C'est le contraire de ce qu'on peut observer dans le tissu sporogène et surtout dans les cellules mères. Cela prouve que des changements chimiques sont intervenus. On remarque dans les noyaux des cellules entourant le sac embryonnaire, des nucléoles qui sortent presque des noyaux, comme s'ils étaient attirés vers le sac embryonnaire. Celui-ci, en effet, absorbe des quantités considérables de substances nutritives fournies par le tissu qui l'entoure, car il va se diviser très activement. Au milieu de mai, sa grandeur est déjà énorme (diamètres 310 et 260 mm.). Il présente, autour d'une vacuole centrale et, dans le plasma périphérique, plusieurs noyaux d'endosperme libres. Jusqu'à présent, le tissu sporogène n'était pas bien limité. Mais, avec l'agrandissement du sac embryonnaire, on remarque, tout autour de lui, une zône de 4 à 6 couches de cellules à grands noyaux à protoplasma vacuolisé et à membranes peu colorées. C'est le tissu nutritif mentionné plus haut. En dehors de ce tissu, on a des cellules de nucelles écrasées, oblitérées, marquant bien la limite de l'archespore. Plus encore vers l'extérieur, sont des couches de cellules, par l'accroissement de l'endosperme, de plus en plus écrasées.

Les faisceaux arrivent seulement jusqu'à l'insertion de l'ovule. Pendant longtemps, le nucelle n'est pas différencié. Mais, avec le développement de l'endosperme, il se forme, à sa base, une zône de cellules plus grandes,

parmi lesquelles il y a beaucoup de cellules à tannin. Quelquefois, nous y trouvons même une poche sécrétrice.

L'auteur a pu constater trois fois un fait assez bizarre dans un ovule du 17 avril. Il s'est formé dans le tégument, à peu près à la hauteur du tissu sporogène, une cellule mère de sac embryonnaire, d'une forme identique à celle observée dans le nucelle. Le noyau est très grand ; il est en repos et montre un beau spirème. Le protoplasme est un peu vacuolisé et la membrane cellulaire est un peu épaissie, comme cela arrive dans les cellules mères du sac embryonnaire normales.

Le développement du sac embryonnaire de Ginkgo rappelle beaucoup plus celui du tissu sporogène des Cycadacées que celui des conifères (v. Treuf. *Ann. J. Bot. Buit.* 1885).

M. R. Chodat présente un travail fait en collaboration avec M. E. Rouge et relatif à un *nouveau ferment coagulant* que les auteurs ont extrait des branches du Ficus Carica au moyen de l'eau salée. Ce Lab se maintient indéfiniment actif en présence de l'essence de moutarde.

La caractéristique essentielle du ferment auquel ils donnent le nom de *sycochymase* est d'être très actif sur le lait à une haute température. Il ne cesse d'agir qu'à 85°.

Le ferment extrait est plus actif aux basses températures, 30-50°, sur le lait stérilisé que sur le lait cru ; les branches de Figuier, au contraire, sont plus actives sur le lait cru à ces températures.

Les auteurs décrivent ensuite la loi d'action du ferment en fonction de la température et exprimée en vitesse de coagulation. Voici un exemple :

Ferment extrait, 1 cm.³	Lait cru	Lait stérilisé
20°	11′8″	
26°	3′18″	
30°		3′25″
32°	1′25″	
35°	48″	1′22″
44°		45″
40°	41″	

Ferment extrait, 1 cm.³	Lait cru	Lait stérilisé
45°	25″	
50°	20″	24″
55°	15″	21″
60°		13″
64°	8″	
70°		12″
75°	9″	
80°		13″
85°	12″	

Par l'action de la chaleur, on peut détruire une partie, ou une modification du ferment actif sur le lait cru et maintenir l'activité sur le lait stérilisé aux hautes températures.

Les auteurs décrivent ensuite la loi d'action en fonction de la masse du ferment. Tout d'abord, la vitesse augmente puis, à partir d'une certaine concentration, se maintient constante. La loi de Segelke, Storch, qui dit que le produit de la vitesse par la masse du ferment est une constante, ne se trouve pas vérifiée et n'est que très approximativement approchée qu'aux concentrations moyennes.

Le lait stérilisé est encore plus sensible aux faibles concentrations que le lait cru.

Enfin, il est démontré que la *sycochymase* est active non seulement sur le lait cru, mais mieux encore sur le lait bouilli et le lait stérilisé. Le calcium n'est pas nécessaire à la coagulation. Les auteurs le prouvent en décalcifiant le lait d'après la méthode Arthus-Pagès et en opérant avec le ferment décalcifié. Mieux encore, un lait artificiel, absolument dépourvu de sels de calcium, coagule si on l'additionne de *sycochymase* décalcifiée. Les auteurs établissent les courbes de vitesse en fonction de la température pour le lait cru, stérilisé, oxalaté à 1 ‰, oxalaté à 2 ‰ et montrent que l'oxalate a un effet retardateur dont ils donnent la loi.

Leurs conclusions : La *sycochymase* agit à des températures qui sont fatales pour la chymase et agit jusqu'à 85°. Le lait stérilisé est parfaitement coagulé. Les sels de calcium ne sont pas nécessaires à la coagulation. Cette

communication était accompagnée de nombreux graphiques traduisant les vitesses en courbes.

M. le Dr Victor Fatio raconte comment un fort joli petit poisson, la Bouvière, *Rhodus amarus*, « Bitterling » en allemand, est arrivé, en 1898, dans le bassin du Léman, où il n'existait pas jusqu'alors. (Voyez *Archives des Sciences phys. et nat.*, déc. 1905, p. 680-686.)

M. Battelli et Mlle Stern exposent les résultats de leurs recherches sur les *oxydations dans l'organisme animal*. Les auteurs rappellent d'abord que dans les tissus animaux existe une substance, l'anticatalase, qui a la propriété de rendre la catalase inactive. Ils ont examiné si l'anticatalase possède les propriétés d'une oxydase. Les résultats ont été négatifs.

L'anticatalase agit bien, au contraire, comme péroxydase, c'est-à-dire qu'elle oxyde plusieurs substances en présence du péroxyde d'hydrogène.

On sait que les sels ferreux se comportent comme des péroxydases très énergiques. Les auteurs ont recherché si les sels ferreux rendent la catalase inactive. Ils ont trouvé que l'action du sulfate ferreux vis-à-vis de la catalase est tout-à-fait semblable à celle de l'anticatalase. Le sulfate ferreux n'agit pas à basse température ; il n'agit pas en absence d'oxygène ; son action est empêchée par la présence de la philocatalase ; la catalase rendue inactive est régénérée par la philocatalase, etc. Pour étudier l'action de l'anticatalase, on peut donc employer, avec grand profit, des solutions de sel ferreux.

L'anticatalase qui existe dans l'organisme ne pourrait jouer le rôle d'une péroxydase, s'il ne se forme pas des péroxydes dans les tissus. Les auteurs ont pensé que, s'il y a vraiment formation de ces péroxydes, leur action devrait être activée par la présence de sels ferreux. Dans le but de constater la présence des péroxydes dans les tissus, les auteurs ont fait agir une émulsion de tissus en présence de sulfate ferreux sur du lactate de calcium. Ils

ont trouvé que, dans ces conditions, l'acide lactique est oxydé et qu'il se dégage de l'anhydride carbonique lorsqu'on fait passer un courant d'air. Cette oxydation n'a pas lieu à une basse température et elle devient plus énergique à mesure qu'on élève la température jusqu'à atteindre un optimum.

Ces expériences amènent les auteurs à admettre dans les tissus animaux l'existence d'un *peroxydogène* qui, en présence de l'oxygène libre ou faiblemeut lié, donne lieu à la formation de péroxydes.

On peut aussi admettre que ces péroxydes sont surtout représentés par du peroxyde d'hydrogène. En effet, l'addition de catalase au mélange constitué par l'émulsion de muscle, par le sulfate ferreux et par le lactate de calcium diminue l'oxydation de l'acide lactique. La catalase détruirait le peroxyde d'hydrogène à mesure qu'il se forme. S'il s'agissait d'un autre peroxyde, la catalase ne devrait exercer aucune influence. En outre, le sulfate ferreux à la dose de 1 pour 500 représente la concentration optima. On peut admettre que le sulfate ferreux à des doses plus concentrées, 1 pour 100 par exemple, exerce une action oxydante moins élevée parce que, à ces concentrations, le sulfate ferreux décompose une partie du peroxyde d'hydrogène qui se forme, en agissant à la manière de la catalase.

Toutes ces recherches amènent les auteurs à supposer que les oxydations dans l'organisme animal sont produites par l'action combinée du péroxyde d'hydrogène et d'une péroxydase, représentée par l'anticatalase ou par des composés organiques de fer. Le peroxyde d'hydrogène serait formé par le péroxydogène à mesure que celui-ci vient en contact avec l'oxygène libre ou faiblement lié.

Le catalase existe en très petite quantité dans les muscles et le cerveau et est très abondante, au contraire, dans les glandes (foie, rein, etc.). On peut supposer que son rôle, dans l'organisme animal, est surtout celui de régulariser le degré d'oxydation auquel doivent arriver les différentes substances.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LAUSANNE

Séance du 6 novembre 1905.

Demierre et Dutoit. Vitesses de réaction ioniques. — J. Larguier. Précipitation mutuelle de colloïdes. Activation du suc pancréatique. — Russenberger. Osmose électrique et transport des micelles.

MM. Demierre et Paul Dutoit ont étudié la cinétique de quelques réactions entre l'*acide chloracétique et les iodures alcalins en solution acétonique.* Les résultats obtenus sont :

1° La réaction est du 2me ordre, son coefficient de température est de 2.85.

2° L'iodure alcalin intervient dans la réaction suivant sa concentration ionique ; en d'autres termes la vitesse est proportionnelle à $\alpha\ C_1\ C_2$; C_1 et C_2 étant la concentration de l'iodure et de l'acide, et α le degré de dissociation de l'iodure. La concordance entre les valeurs de α déterminées par les conductibilités et par les vitesses de réaction est remarquable, c'est le premier exemple de ce genre obtenu dans des dissolvants organiques.

3° La réaction n'est pas complète mais conduit à un équilibre correspondant à 5 % environ d'iodure non décomposé.

M. J. Larguier des Bancels présente une étude sur l'*influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé.* De ses recherche il résulte que :

1° Le mélange de deux colloïdes de signe opposé donne

lieu à une précipitation qui, pour une proportion convenable, est totale ; l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des deux colloïdes fait obstacle à la précipitation mutuelle de ceux-ci.

2° Le précipité résultant du mélange de deux colloïdes de signe opposé peut être dissocié, en général, par l'addition d'un électrocyte capable de précipiter l'un des éléments du couple.

3° Si a des mélanges contenant une quantité constante d'un colloïde A (négatif par exemple) et des quantités croissantes d'un électrolyte ne précipitant pas ce colloïde on ajoute une même quantité d'un colloïde B (positif) on observe les effets suivants : il se produit toujours un précipité ; ce précipité est composé, pour des quantités faibles de l'électrolyte, d'un mélange de A et B pour des quantités croissantes de l'électrolyte, de B seul, enfin pour des quantités plus fortes encore de l'électrolyte d'un mélange de A et B.

M. Larguier des Bancels fait une seconde communication sur *l'activation du suc pancréatique pur sous l'influence combinée des colloïdes et des électrolytes.* On admet généralement que le suc pancréatique est incapable de digérer l'albumine d'œuf coagulée par la chaleur, ce suc ne devient actif qu'après addition de macération intestinale ou d'autres extraits organiques. Il est au contraire possible d'activer le suc pancréatique à l'aide d'électrolytes et de colloïdes convenablement choisis.

Des cubes d'albumine plongés pendant 24 heures dans une solution de bleu de toluidine et lavés ensuite à l'eau distillée ; le suc pancréatique pur ne les attaque pas ; ce même suc, additionné de différents électrolytes, devient capable de les digérer complètement. L'addition de l'électrolyte au suc pancréatif et le traitement préalable de l'albumine par le colloïde paraissent être les conditions nécessaires et suffisantes de la digestion.

M. Russenberger fait une communication sur l'*osmose électrique et le transport des micelles.* Pour expliquer les phénomènes d'osmose électrique et de transport des micelles

d'une fausse solution par le courant, on admet généralement aujourd'hui l'hypothèse, faite par Quincke, d'une électrisation au contact de la face insoluble (micelle ou paroi poreuse) avec la phase liquide.

Cette électrisation de contact a été expliquée par M. J. Perrin de la façon suivante : lorsque le liquide est acide, par exemple, il contient des ions positifs H très mobiles ou *très petits*, et des ions négatifs très lents ou *très gros* ; les charges positives pouvant s'approcher beaucoup plus près de la paroi que les charges négatives, il est naturel que, jusqu'à une certaine distance de cette paroi il y ait, d'une part, un excès de charges négatives (côté du « solide »), d'autre part un excès de charges négatives (côté du liquide) : entre les deux phases, « solide » et liquide, il semble exister une différence de potentiel, que l'on a souvent appelée : charge de la paroi ou charge du micelle[1]. D'une façon précise, il faut dire : dans une solution d'électrolyte en contact avec une phase soluble, il existe deux phases de liquide, possédant l'une, un excès de charges positives, l'autre, un excès de charges négatives ; l'une des deux faisant, pour ainsi dire, corps avec la phase insoluble.

Cette théorie remarquable explique d'une façon fort satisfaisante l'influence de la nature de l'électrolyte sur le sens de l'électrisation de contact, malheureusement elle ne donne pas d'indication *précise* sur l'intensité de cette électrisation ni sur l'action déconcertante des ions polyvalents.

Cette seconde lacune est facilement comblée si l'on remarque que l'existence d'une différence de potentiel entre deux phases du même liquide va provoquer un *phénomène secondaire*. Soit le cas d'une solution acide, la phase liquide positive, faisant corps avec la phase insoluble, va attirer les charges négatives de la phase négative et repousser les charges positives de cette même phase.

La distance qui existait entre les charges de la phase positive et les charges négatives les plus rapprochées, dis-

[1] Dans le cas d'un liquide alcalin, les ions OH négatifs étant petits par rapport aux ions positifs la différence de potentiel changera de sens, la paroi semblera chargée négativement.

tance nécessitée par les lois de la pression osmotique pour que la concentration des molécules ou des ions soit la même en chaque partie du liquide, cette distance va être diminuée et cela d'autant plus que la différence du potentiel était plus forte, que les ions négatifs avaient plus de valence que la concentration en électrolytes ou en tout autre molécules ajoutées est plus forte (cette dernière loi, non du fait de l'attraction des charges électriques, mais à cause de l'espace moyen qui reste à la disposition de chaque molécule lorsque le nombre de ces derniers augmente).

Or l'on conçoit aisement que si le phénomène d'osmose électrique est dû à une électrisation de contact, le déplacement relatif des deux « phases [1] » se fera d'autant plus aisément que la distance entre les parties différemment chargées sera plus grande. Si cette distance diminue le déplacement et sera moins facile.

Nous reportant donc à ce qui viens d'être dit : L'osmose électrique, *fonction directe de la différence de potentiel entre les deux phases*, et, *fonction inverse de la distance de ces deux phases*, sera moins intense : lorsque les ions négatifs [2] sont polyvalents (cas d'un liquide acide) et lorsque la concentration en électrolyte augmentera au delà d'une certaine limite (limite où la différence de potentiel continuant cependant à augmenter, le phénomène secondaire en devenant prépondérant masquera son effet). Les lois expérimentales de l'osmose exprimées par M. J. Perrin sont vérifiées.

En outre le phénomène de floculation par les ions polyvalents et celui de floculations par les non électrolytes indiqué par Quincke comme s'opposant à une théorie électrique de la floculation, se trouvent également expliqués

[1] D'après ce qui précède on voit que le terme de phase ne convient plus à ces deux portions de liquide, portions si différentes dans chacune de leurs parties, nous continuerons cependant à employer ce terme pour la commodité du discours, sous la réserve que les lois s'appliquant à des phases véritables pourraient ne plus s'appliquer à ces portions de liquide.

[2] Ou positifs (cas d'un liquide alcalin).

par ce phénomène secondaire. Il nous reste à préciser ces phénomènes ; or avec un point de départ un peu différent de celui de M. J. Perrin on peut arriver à *mesurer*, en fonction de la concentration en électrolytes de la solution : tout d'abord, la différence de potentiel entre les deux phases, puis la modification de la distance des deux phases grâce au phénomène secondaire ; ces démonstrations feront l'objet d'un prochain travail.

Séance du 4 décembre.

Th. Bieler-Chatelan. Dosage de l'acide phosphorique libre dans les superphosphates. — Pelet et Gillieron. Sur les iodo-iodhydrates de quelques matières colorantes basiques. — Dr Amann. Statistique.

M. Th. Bieler-Chatelan présente quelques remarques sur le *dosage de l'acide phosphorique libre dans les superphosphates*, qui a une certaine importance dans la fabrication de ces engrais.

Si la quantité d'acide sulfurique employée pour tranformer le phosphate tricalcique en phosphate monocalcique celle donnée par l'équation $Ca_3 P_2 O_8 + 2 H_2 SO_4 = CaH_4 P_2O_8 + CaSO_4$, 2 aq. Il peut se former, comme on le sait, de l'acide phosphorique libre, $H_3 Po^4$, fort gênant, parce que 1° il brûle les sacs, 2° son hygroscopicité rend les superphosphates pâteux, difficiles à sécher, moins commodes à épandre que ceux normalement préparés, à l'état de poudre grenue s'émiettant facilement. On cherche à corriger cet état défectueux en ajoutant des poudres d'os dégélatinés, ou des phosphates minéraux riches en calcaire et, pour calculer les doses nécessaires de ces ingrédients, il importe d'évaluer l'acide phosphorique libre par des procédés assez rapides pour être techniques.

Le procédé de dosage le plus usuel consiste à le tirer par une liqueur alcaline $^1/_4$, $^1/_2$ ou $^1/_1$ normale dans un extrait aqueux de superphosphate, suivant l'équation : $Na OH + H_3 PO_4 = Na H_2 PO_4$, avec des indicateurs comme le méthylorange, l'alizarine-sulfonate de soude, etc., qui ont la propriété de virer déjà au moment où, par substitu-

tion du $^1/_3$ de son hydrogène, l'acide phosphorique libre a entièrement passé à l'état de phosphate monosodique. La simplicité de ce procédé ne rachète pas son manque de précision, le moment exact de virage étant difficile à apprécier.

On obtient des résultats plus précis par l'emploi du procédé suivant : Isoler l'acide phosphorique libre de l'engrais, en l'extrayant par l'alcool fort, dans un matras jaugé. Filtrer la solution, en prélever une partie aliquote correspondant à 1 ou 2 gr. de l'engrais suivant le cas et chasser complètement l'alcool par distillation. Reprendre le résidu par l'eau chaude et filtrer. A la solution claire, additionnée de quelques gouttes de phénolphtaléine alcoolique, ajouter goutte à goutte la liqueur alcaline normale jusqu'à faible coloration rose persistante, très facile à apprécier. Ce virage se pro- duit à l'instant précis où l'acide libre par substitution des $^2/_3$ de son hydrogène, a passé à l'état de phosphate bisodique (qui possède, comme on sait, une réaction *neutre*) suivant l'équation $2NaOH + H_3PO_4 = Na_2 HPO_4 + 2 H_2 O$ déjà utilisée par Geissler.

1 cc. de soude caustique normale indique 0,03552 gr. $P_2 O_5$. Ce procédé donne des résultats très satisfaisants, concordant à 0,2 ou 0,3 °/₀ près avec les dosages gravimétriques parallèles, ce qui suffit amplement dans la technique. Mais cette titration avec la phénolphtaléine ne peut, il va sans dire, s'opérer sur une solution aqueuse du superphosphate comme dans le cas du méthylorange, à cause de l'acidité du phosphate monocalcique qui, en s'ajoutant à celle de l'acide libre, fausse les résultats. D'autre part la solution alcoolique ne se prête pas à une titration immédiate, la saturation y étant retardée.

MM. Pelet et Gilliéron communiquent le résultat d'une étude sur *iodo-iodhydrates de quelques matières colorantes basiques*. L'un des auteurs, en collaboration avec M. le Dr V. Garuti, avait montré que l'iode dissous dans l'iodure de potassium peut être employé pour doser volumétriquement quelques matières colorantes basiques telles que la fuchsine, la safranine, la chrysoïdine et le bleu de méthylène. Dans

ce dosage le composé formé par l'action de KI^3 précipite et l'on reconnaît la présence d'un excès d'iode par un essai à la touche sur du papier amidonné.

MM. Pelet et Gilliéron ont examiné la constitution de ces dérivés iodés formés par les matières colorantes basiques. Ils ont trouvé que la phénosafranine, la tolusafranine, le bleu de méthylène, la fuchsine, la chrysoïdine forment des produits iodés contenant trois atomes d'iode. Ces produits insolubles dans l'eau se dissolvent dans les solvants organiques avec la couleur de la matière colorante et non la coloration caractéristique de l'iode.

La réaction entre la matière colorante et KI^3 se passant en milieu exactement neutre, comme il n'y pas mise en liberté d'acide iodhydrique, on est forcé d'admettre que l'iode ne s'introduit pas dans l'un des noyaux, mais qu'il se forme un iodo-iodhydrate de la matière colorante. Cette réaction s'expliquerait par les équations suivantes, où M représente la molécule de matière colorante :

$$M.\,H\,Cl + K\,I.\,I_2 = K\,Cl + M.\,H\,I.\,I_2$$

la constitution du produit peut être représentée par le schéma :

$$M\,H\,I\begin{matrix}-I\\-I\end{matrix}$$

Plusieurs matières colorantes ne peuvent être dosées exactement par voie volumétrique au moyen de la solution d'iodure de potassium ioduré, dans ces essais de dosage il était impossible ou du moins difficile de reconnaître la fin de la réaction. Ces matières colorantes telles que l'auramine, le violet cristallisé et la muscarine forment avec KI^3 des dérivés iodés contenant 4 atomes d'iode, la constitution probable du produit est :

$$M\,H\,I\begin{matrix}-I\\-I\\-I\end{matrix}$$

Les amines aromatiques simples paraissent ne pas former de semblables dérivés iodés.

M. le Dr Amann fait une *statistique comparée des résultats des analyses physiologiques* exécutées dans son laboratoire.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

ALF. E. TUTTON. THE RELATION OF AMMONIUM TO THE ALCALI METALS. A STUDY OF AMMONIUM MAGNESIUM AND AMMONIUM ZINC SULPHATES AND SELENATES. *(Transact. of the chemical society 1905, vol. 87)*.

Poursuivant des recherches dont il a été rendu compte plus d'une fois ici[1], M. Tutton vient de publier tout le détail des densités et des propriétés cristallographiques et optiques du sulfate double d'ammonium et de zinc, du sulfate double d'ammonium et de magnesium ainsi que des deux seleniates correspondants. Il a comparé ensuite les résultats obtenus avec ceux qu'il avait trouvés pour des séries du même type, mais renfermant les métaux alcalins K, Rb et Cs au lieu de NH_4. Pour les grandeurs des densités, de l'inclinaison de l'ellipsoïde optique, de la réfraction et de la dispersion spécifiques les sels renfermant l'ammonium viennent se placer avant ceux de potassium en suivant ainsi l'ordre des poids moléculaires. Pour toutes les autres propriétés étudiées, notamment les indices de réfraction, les sels de NH_4 occupent des positions intermédiaires entre les sels de Rb et de Cs.

Nous ne pouvons pas reproduire ici les conclusions détaillées de ce mémoire et retiendrons seulement trois points :

1° L'auteur a examiné sur un grand nombre de cristaux quelle était l'influence, au point de vue des mesures d'angles, du phénomène des *faces vicinales*, sur lequel M. Miers[2] avait attiré l'attention.

[1] *Archives*, t. XXX. p. 264 (1893); t. XXXII, p. 452 (1894); t. II, p. 300 (1896); t. V p. 81 (1898).

[2] Phil. Trans, vol. 202. p. 459 (1903).

2° Le fait que le remplacement de deux atomes de K par les dix atomes contenus dans $(NH_4)_2$, n'ait pas plus d'effet sur les valeurs cristallographiques que n'en aurait la substitution de deux atomes de Cs à deux de K, semble dénoter l'existence d'espaces libres assez considérables entre les molécules et les atomes constituant le cristal. L'auteur développe cette idée dans une note spéciale à la suite de son mémoire, à propos de la conception des *axes topiques* qui fut introduite simultanément par lui et par M. Muthmann.

3. M. Tutton insiste avec satisfaction sur la concordance des indices de réfraction du $ZnSO_4+(NH_4)_2SO_4+6_2HO$, tels qu'il les a déterminés par la méthode des 3 prismes avec ceux qu'avait trouvés, pour le même sel, l'auteur du présent résumé en se servant du réfractomètre à réflexion totale de Ch. Soret[1]. Ce fait prouve l'excellence du goniomètre agencé par M. Tutton en vue de la taille de prismes parfaitement orientés dans un cristal, et montre une fois de plus l'exactitude avec laquelle on peut mesurer les indices et la dispersion des cristaux biaxes par la méthode de Soret, d'un bout à l'autre du spectre visible.

F. L. P.

A. Righi. — Sulla diminuzione di resistenza prodotta nei cattivi conduttori dai raggi del radio, *(R. Academia dei Lincei.* Vol. XIV, 2° sem., série 5ª, fasc. 4°*)*.

Plusieurs physiciens avaient établi expérimentalement que les diélectriques solides et liquides éprouvent une augmentation de leur très faible conductibilité lorsqu'ils sont traversés par les rayons de Röntgen ou par ceux émis par les substances radioactives.

Il semblait à l'auteur qu'un tel phénomène n'avait pas été constaté d'une façon satisfaisante, aussi en a-t-il repris l'étude avec des dispositifs différents et à l'aide d'une petite capsule en ébonite fermée par une très mince lame de mica et contenant 15 milligrammes de bromure de

[1] *Archives*, t. XXV. p. 26 (1891).

radium. Par une série d'expériences très délicates M. Righi a pu ainsi confirmer la modification de conductibilité électrique que subissent sous l'action des rayons β du radium les liquides suivants : éther de pétrole, essence de térébentine, sulfure de carbone, benzol, huile d'olive et huile de vaseline. Pour donner une idée de l'entité de l'effet observé, l'auteur dit que dans une de ses premières expériences la résistance de l'éther de pétrole diminuait d'un sixième de sa valeur, sous l'action du radium. Ayant constaté que cette modification emploie pour disparaître plusieurs dizaines de secondes, il en tire la conclusion que le phénomène s'explique par le choc des rayons β donnant naissance dans le liquide à des nouveaux ions, lesquels, après l'éloignement du radium, ne se recombinent qu'avec une très grande lenteur, ce qui lui semble naturel vu que leur mobilité doit être moindre que celle des ions gazeux.

Quant aux diélectriques solides, les résultats de l'auteur ont été négatifs, aussi conclut-il qu'un tel effet doit être très faible, et qu'il ne peut pas être considéré comme démontré sans de nouvelles et plus délicates recherches expérimentales. Th. T.

Aug. Righi. La théorie moderne des phénomènes physiques, radioactivité, ions, électrons, traduction française d'Eugène Neculcéa avec une préface de J. Lippmann, édité par l'*Eclairage électrique*, Paris, 1906.

Ce petit volume dû à une des plumes les plus compétentes en la matière donne un exposé remarquablement clair et concis de la théorie des électrons qui prend de plus en plus pied dans la science et qui doit pour cette raison devenir familière à tous. C'est à la mettre à leur portée que le savant professeur de Bologne s'est appliqué. Nous n'avons pas à faire l'éloge de son excellent petit livre qui s'est fait déjà sa place dans la littérature scientifique italienne et va la conquérir promptement en pays de langue française.

Les différents chapitres de cet ouvrage sont intitulés : ions électrolytiques et électrons, — les électrons et les phé-

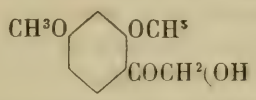
nomènes lumineux, — nature des rayons cathodiques, — les ions dans les gaz et dans les solides, — la radioactivité, — masse, vitesse et charge électrique des ions et des électrons, — les électrons et la constitution de la matière.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

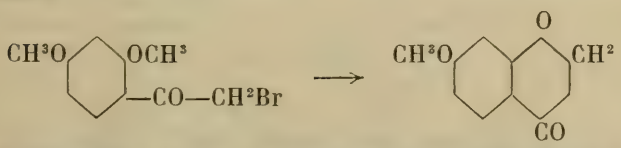
A. Blom et J. Tambor. Sur la 3-méthoxycoumaranone (*Berichte d. D. ch. Ges.*, t. 38, 1905, p. 3589, Berne).

La grande importance du *fisétol* (α-oxyrésacétophénone) et de ses éthers alcoylés, dans la chimie de la brésiline, a engagé les auteurs à essayer de faire la synthèse de l'*éther diméthylique*



d'après la méthode suivante :

En faisant réagir le bromure de bromacétyle sur l'éther diméthylique de la résorcine, on doit obtenir l'éther diméthylique de l'α brom-résacétophénone, dans lequel il s'agit de remplacer le brome par l'hydroxyle. L'expérience a montré que la première partie de cette réaction s'accomplit bien en présence de chlorure d'aluminium, mais que l'éther diméthylique obtenu ne se transforme pas par l'action des alcalis dans le sens prévu; il se forme, dans ces conditions, par fermeture de la chaîne, la *3 méthoxycoumaranone*

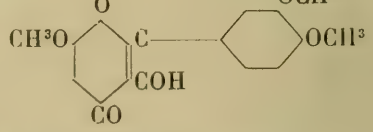


ce qui permet d'obtenir ce produit d'une manière facile. Il suffit pour le préparer de chauffer pendant deux heures la solution de l'éther diméthylique ci-dessus dans l'alcool absolu avec de l'acétate de soude.

La 3-méthoxycoumaranone, qui est en jolies aiguilles jaune pâle, F. 125° se condense avec les aldéhydes pour donner des oxindogénides. Les auteurs ont étudié en particulier le produit de condensation de la méthoxycoumaranone avec l'aldéhyde vératrique, soit la *3-3'-4' triméthoxybenzylidène-coumaranone*, que l'on peut aussi obtenir par une autre méthode due à Emilewiez et Kostanecki.

St. von Kostanecki et S. Nitkowski. Sur la synthèse de la fisétine (*Berichte der D. chem. Ges.*, t. 38, 1905, p. 3587, Berne).

Lors de la synthèse de la fisétine, Kostanecki, Lampe et Tambor ont utilisé l'éther monoéthylique de la résacétophénone, car ils avaient constaté que l'alcoylation partielle de la résacétophénone est plus facile avec le bromure d'éthyle qu'avec l'iodure d'éthyle. Ils ont observé depuis que l'on obtenait l'éther méthylique (péonol) avec un très bon rendement en méthylant la résacétophénone au moyen du sulfate de méthyle. Ils ont donc opéré la synthèse de la fisétine en partant de cet éther, qu'ils ont d'abord condensé avec l'aldéhyde vératrique, ce qui leur a fourni la *2'oxy-4'-3-4-triméthoxychalkone*, qui est identique à l'éther triméthylique de la butéine, retirée de la butea frondosa. La chalkone ci-dessus a été transformée en *3-3'-4' triméthoxyflavanone* par le procédé habituel, puis en *dérivé isonitrosé*, qui sous l'influence de l'acide sulfurique à 10 % donne le *3-3'-4' triméthoxyflavonol*



Ce composé enfin, qui constitue l'éther triméthylique de la *fisétine*, est décomposé d'une manière nette lorsqu'on le chauffe avec de l'acide iodhydrique et fournit la substance en question dont les auteurs s'étaient proposés de réaliser la synthèse par cette méthode.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENEVE

PENDANT LE MOIS

DE DÉCEMBRE 1905

Le 1er, forte bise depuis 10 h. du soir.
2, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.
6, pluie à 4 h. et à 7 h. du soir.
7, pluie à 7 h. du matin et à 1 h. du soir.
8, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
9, forte pluie depuis 4 h. du soir.
10, violente bise pendant toute la journée.
11, forte bise jusqu'à 1 h. et depuis 9 h. du soir.
12, forte bise pendant la plus grande partie de la journée.
13, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.; couronne lunaire.
14, forte gelée blanche le matin; forte bise à 1 h. et à 7 h. du soir.
17, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
19, brouillard l'après-midi.
20, brouillard jusqu'à 1 h. et depuis 9 h. du soir.
21, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
23, brouillard à 7 h. du matin.
25, brouillard pendant toute la journée.
26, brouillard pendant toute la journée; givre.
27, brouillard pendant toute la journée; givre; verglas le matin.
28, brouillard et givre; neige à 9 h. et pluie à 10 h. du soir.
29, pluie dans la nuit, à 10 h. du matin et depuis 5 h. du soir; fort vent pendant la journée.
30, pluie dans la nuit et jusqu'à 1 h. du soir; fort vent le matin.
31, forte bise pendant la journée.

GENÈVE — DÉCEMBRE 1905

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	31.5	32.0	34.0	32.13	+ 5.39	30.8	34.0	NE. 0	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	6.3	10	5	10	7	2.9	....	....
2	34.1	33.8	33.8	34.04	+ 7.26	33.5	34.7	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 2	14.0	10	10	10	10	....	....	....
3	33.3	32.2	32.5	32.97	+ 6.15	32.2	33.8	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	6.0	10	10	10	10	....	....	....
4	31.6	30.9	30.5	31.23	+ 4.37	30.4	32.3	E 1	S. 1	S. 1	S. 1	6.0	10	10	10	10	....	....	....
5	30.6	30.1	30.3	30.39	+ 3.49	30.0	30.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5.3	10	10	10	10	....	....	....
6	31.4	31.6	32.6	31.75	+ 4.81	31.1	32.7	SW. 1	S. 0	SW. 1	var.	3.1	10	10	10	10	0.3	3.3	4
7	34.3	34.7	36.2	34.72	+ 7.74	33.0	36.5	SW. 1	NW. 0	E. 0	calme	0.8	10	10	10	10	...	0.8	3
8	37.0	36.4	36.8	36.79	+ 8.67	36.4	37.1	S. 0	S. 0	S. 0	var.	1.7	10	2	6	7	4.2	....	....
9	34.3	31.9	28.8	32.60	+ 5.54	28.8	36.0	S. 0	S. 0	W. 1	var.	2.1	10	10	10	10	....	**25.2**	10
10	31.3	32.8	36.4	32.75	+ 5.65	29.6	37.6	NNE. 3	NNE. 4	NNE. 3	NNE. 4	**38.8**	10	7	9	6	....	....	....
11	39.6	39.8	40.6	39.85	+12.71	38.0	40.0	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	20.1	10	10	10	9	....	....	....
12	41.1	39.7	38.4	**39.96**	**+12.78**	38.4	**41.2**	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	18.9	10	5	8	6	4.1	....	....
13	37.8	37.1	37.4	37.52	+10.30	36.6	38.5	NNE. 2	ENE. 1	S. 0	NNE. 1	8.1	7	9	6	8	3.6	....	....
14	35.1	34.4	33.9	34.91	+ 6.65	33.8	36.6	E. 0	NNE. 2	N. 1	NNE. 1	5.9	7	0	6	4	2.8	....	....
15	35.8	36.2	36.9	36.13	+ 8.83	35.1	36.9	S. 1	S. 0	SE. 0	calme	0.4	10	10	10	10	....	....	....
16	35.2	33.9	33.4	34.56	+ 7.22	33.4	36.5	E. 1	N. 1	S. 1	calme	1.1	10	10	10	10	....	....	....
17	33.4	32.9	32.8	33.12	+ 5.75	32.3	33.6	NNE. 2	NNE. 2	E. 0	NNE. 1	9.2	10	10	10	10	....	....	....
18	33.0	33.4	33.5	33.32	+ 5.91	33.0	33.8	E. 0	E. 0	E. 1	E. 1	3.1	10	10	10	10	....	....	....
19	34.1	33.5	33.6	34.05	+ 6.60	33.5	35.0	E. 1	SE. 0	S. 1	calme	1.6	10	10	10	10	....	....	....
20	36.1	36.9	38.5	36.91	+11.43	35.1	38.9	S. 1	ENE. 1	S. 0	Calme	1.6	10	10	10	9	....	....	....
21	39.8	39.7	39.7	39.71	+12.19	39.2	40.4	S. 1	S. 1	S. 1	S. 1	2.1	10	10	10	8	1.8	....	....
22	38.5	37.1	36.5	37.71	+10.15	36.5	39.5	E. 1	NE. 0	SE. 1	var.	3.1	10	10	10	10	....	....	....
23	35.5	35.1	35.8	35.50	+ 7.91	34.8	36.4	E. 0	N. 0	E. 1	var.	3.2	10	10	10	10	....	....	....
24	36.1	36.4	36.8	36.51	+ 8.89	36.0	37.2	E. 1	E. 1	E. 1	E. 1	3.3	10	10	10	10	....	....	....
25	37.5	36.6	36.6	37.12	+ 9.47	36.4	38.1	E. 1	E. 1	SE. 1	E. 1	3.1	10	10	10	10	....	....	....
26	35.0	33.6	31.1	33.82	+ 6.14	30.5	36.3	S. 0	S. 0	S. 1	var.	2.5	10	10	10	10	....	....	....
27	27.3	24.7	24.2	26.15	- 1.56	23.6	30.3	S. 0	SE. 1	SE. 1	SE. 1	3.6	10	10	10	10	....	....	....
28	22.5	20.1	18.9	20.98	- 6.75	18.3	24.0	S. 1	E. 1	S. 1	S. 1	2.1	10	10	10	10	....	7.8	3
29	17.3	17.4	18.7	**18.12**	**- 9.64**	**17.2**	19.1	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	13.6	10	10	10	10	....	12.7	**12**
30	24.3	26.2	27.5	25.42	- 2.36	21.0	28.7	SSW. 2	SSW. 1	S. 1	SSW. 1	11.6	10	10	10	9	....	3.0	2
31	30.8	30.2	31.5	30.78	+ 2.98	29.3	31.5	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	18.8	10	10	10	10	....	....	....
Mois	33.39	32.95	32.85	33.27	+ 5.31							7.14	9.8	9.0	9.5	9.2	19.7	52.8	34

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 3.0	+ 5.2	+ 3.4	+ 3.76	+ 1.51	+ 3.0	+ 6.0	83	64	83	75	-10	60	86	7.2	- 0.8	1695
2	2.4	2.6	2.7	2.66	+ 0.54	2.1	4.0	89	70	75	80	- 5	65	95	6.8	- 1.0	1685
3	2.2	2.4	2.1	2.30	+ 0.30	1.8	3.8	85	82	85	82	- 3	75	90	....	.....	1665
4	+ 0.8	+ 2.0	+ 0.6	+ 1.39	- 0.49	+ 0.5	2.9	89	85	83	86	+ 1	80	93	6.5	- 1.1	1625
5	- 0.7	- 0.2	- 0.8	- 0.31	- 2.07	- 1.1	1.2	88	85	83	87	+ 2	80	97	6.0	- 1.5	1620
6	- 0.5	+ 3.4	+ 2.0	+ 0.90	- 0.75	- 1.6	5.0	92	73	93	89	+ 4	70	99	5.7	- 1.7	1640
7	+ 2.6	6.8	4.6	4.44	+ 2.90	+ 1.8	8.0	96	85	96	91	+ 6	80	96	5.7	- 1.6	1630
8	1.6	9.1	3.8	4.82	+ 3.39	1.5	**11.2**	100	86	93	93	+ 8	75	100	5.5	- 1.7	1630
9	3.0	8.3	6.7	5.43	+ 4.11	2.3	9.5	92	83	100	92	+ 6	80	100	5.3	- 1.9	1595
10	4.9	5.0	4.0	4.47	+ 3.25	2.0	6.5	66	64	68	75	-11	59	100	....	.....	1615
11	2.0	3.0	4.1	2.90	+ 1.78	2.0	4.5	82	67	70	74	-12	60	88	5.0	- 2.0	1655
12	+ 1.3	2.2	+ 1.2	1.64	+ 0.62	+ 0.8	3.7	76	62	72	**71**	**-15**	60	80	5.2	- 1.7	1627
13	- 0.4	2.7	- 0.6	+ 0.49	- 0.44	- 0.9	3.3	85	66	67	76	-10	60	90	5.0	- 1.8	1540
14	- 4.0	2.3	- 0.5	- 1.14	- 1.98	- 4.8	3.0	95	70	80	85	- 1	65	99	5.4	- 1.3	1600
15	- 0.3	1.1	+ 0.7	+ 0.41	- 0.34	- 2.0	1.8	92	86	85	86	0	75	95	5.3	- 1.3	1615
16	- 0.6	+ 0.1	- 0.3	- 0.30	- 0.97	- 1.2	0.7	89	89	93	89	+ 3	80	98	5.0	- 1.5	1575
17	- 0.4	- 0.2	0.0	- 0.14	- 0.73	- 1.0	0.8	86	86	85	86	0	78	95	....	.....	1585
18	- 0.2	+ 1.4	- 0.1	+ 0.35	- 0.16	- 0.5	1.9	86	74	81	81	- 5	70	90	6.0	- 0.4	1600
19	- 1.0	0.6	- 1.4	- 0.64	- 1.08	- 1.8	1.2	92	86	96	91	+ 5	80	100	6.0	- 0.3	1560
20	- 1.2	2.0	+ 0.9	+ 0.14	- 0.23	- 2.0	2.9	100	93	93	96	+10	90	100	5.8	- 0.4	1565
21	+ 0.2	2.8	- 0.2	0.82	+ 0.52	- 0.9	5.0	96	85	92	91	+ 5	79	98	6.0	- 0.2	1567
22	- 0.4	1.5	+ 0.6	0.43	+ 0.19	- 1.0	2.2	95	76	86	88	+ 2	75	98	5.7	- 0.4	1630
23	0.0	+ 2.2	+ 0.7	+ 0.59	+ 0.41	- 0.7	2.5	89	64	78	81	- 5	60	95	5.8	- 0.2	1575
24	- 1.0	0.0	- 1.1	- 0.64	- 0.76	- 1.3	+ 1.0	92	79	92	88	+ 2	75	97	....	.....	1535
25	- 3.0	- 2.6	- 2.8	- 2.76	- 2.83	- 3.4	- 1.0	96	96	98	96	+10	90	100	....	.....	1535
26	- 4.2	- 3.0	- 2.9	**- 3.35**	**- 3.37**	**- 4.3**	- 2.2	100	100	100	100	**+14**	100	100	5.1	- 0.7	1535
27	- 2.8	- 1.6	- 2.0	- 2.29	- 2.26	- 3.3	- 1.0	100	100	100	100	**+14**	100	100	5.0	- 0.8	1500
28	- 1.6	+ 0.3	+ 0.5	- 0.69	- 0.62	- 2.7	+ 1.0	100	92	96	97	+10	90	100	4.9	- 0.8	1510
29	+ 3.0	7.3	5.4	+ 4.92	+ 5.03	+ 0.6	9.5	96	74	88	83	- 4	**50**	100	5.4	- 0.2	1490
30	5.2	+ 6.4	+ 5.2	**5.55**	**+ 5.70**	+ 4.6	7.7	87	80	87	83	- 4	75	95	5.5	- 0.1	1510
31	+ 1.2	- 0.2	- 1.6	+ 0.18	+ 0.36	- 2.4	5.0	81	78	97	87	0	70	100	...	.....	1535
Mois	+ 0.36	+ 2.35	+ 1.13	+ 1.17	+ 0.37	- 0.45	+ 3.60	90	77	89	86	0			5.63	- 0.98	1589

MOYENNES DE GENÈVE. — DÉCEMBRE 1905

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	32.85	32.83	32.94	33.48	32.64	32.46	32.91	33.39	32.94
2e »	36.14	36.13	36.13	36.60	35.78	35.56	35.80	36.12	36.03
3e »	31.70	31.65	31.32	31.77	30.64	30.30	30.50	30.71	31.07
Mois	33.50	33.48	33.39	33.88	32.95	32.69	32.99	33.32	33.27

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 2.51	+ 2.16	+ 1.93	+ 2.70	+ 4.46	+ 3.97	+ 3.26	+ 2.90	+ 2.99
2e »	+ 0.10	— 0.09	— 0.48	0.30	1.52	0.86	0.58	0.18	0.37
3e »	— 0.12	— 0.55	— 0.11	0.01	1.19	1.11	0.51	0.12	0.26
Mois	+ 0.80	+ 0.47	+ 0.36	+ 0.99	+ 2.35	+ 1.95	+ 1.42	+ 1.04	+ 1.17

Fraction de saturation en %.

1re décade	89	89	88	83	78	81	85	86	85
2e »	84	87	88	83	78	81	83	84	84
3e »	92	93	94	92	85	86	92	93	91
Mois	89	90	90	86	77	83	87	88	86

Dans ce mois l'air a été calme 263 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{78}{49} = 1.59$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 68°.8 E.
Son intensité est égale à 29.5 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique.....		733.06
Nébulosité		9.4
Température	$\frac{7+1+9}{3}$..	+ 1°.28
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+ 1°.24
Fraction de saturation.....		85 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875)	727.96
Nébulosité..	(1847-1875).	8.3
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	51mm.0
Nombre de jours de pluie.	(id.).	9
Température moyenne ...	(id.).	0°.80
Fraction de saturat.	(1849-1875)	86 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	58.4	54.3	51.3	48.8	48.0	54.5	48.5

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	47.4	52.8	48.5	43.8	51.6	?

Durée totale de l'insolation à Jussy : $23^h.3$.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE DÉCEMBRE 1905

Le 2, fort vent et neige.
9, forte bise et neige.
10, très forte bise.
27, fort vent.
les 28 et 29, très fort vent et neige.
le 30, violente bise et neige.

GRAND SAINT-BERNARD — DÉCEMBRE 1905

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	64.8	65.7	67.0	65.8	+ 3.8	64.5	67.3	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
2	67.1	67.0	69.1	67.7	+ 5.8	66.8	69.3	SW. 2	SW. 4	SW. 2	SW. 3	5	10	10	8	8.5	7
3	67.6	66.6	65.9	66.7	+ 4.8	65.8	67.8	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
4	65.5	64.7	64.3	64.8	+ 2.9	64.0	65.7	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	1	0	0	0	....	....
5	64.6	63.8	64.0	64.1	+ 2.2	63.3	64.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
6	65.4	65.3	66.5	65.7	+ 3.8	65.0	66.7	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	10	3	....	....
7	67.8	69.4	71.2	69.5	+ 7.6	67.5	71.4	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	10	10	7	....	....
8	72.4	72.2	72.6	**72.4**	+ **10.6**	72.0	**72.8**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	2	1	....	....
9	70.2	68.3	64.4	67.6	+ 5.8	64.1	71.5	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	3	5	7	5	1.4	1
10	64.3	65.6	69.4	66.4	+ 4.6	64.2	70 1	NE. 3	NE. 2	SW. 2	NE. 2	10	7	5	7	....	....
11	71.2	71.7	72.1	71.7	+ 10.0	71.0	72.3	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
12	72.4	72.2	71.2	71.9	+ 10.2	71.0	72.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	2	1	....	....
13	70.4	70.6	70.1	70 4	+ 8.7	69.8	70.9	SW. 2	SW. 2	NE. 1	SW. 2	1	1	5	2	....	....
14	69.1	67 8	67.9	68.3	+ 6.6	67.5	69.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	2	1	1	....	....
15	68.7	69.5	69.8	69.3	+ 7.6	68.5	70.0	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
16	68.2	67.8	67.1	67.7	+ 6.1	66.8	68.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
17	66.4	66.5	67.2	66.7	+ 5.1	66.2	67.4	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
18	67.3	67.4	67.6	67.4	+ 5.8	67.0	67.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	67.0	66.8	67.3	67.0	+ 5.4	66.5	67.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	...
20	67.6	68.5	69.6	68.6	+ 7.0	67.4	70.0	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	3	0	2	....	....
21	70.6	70.9	71.6	71.0	+ 9.4	70.2	71.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	3	1	....	....
22	70.8	70.6	69.9	70.4	+ 8.8	69.5	71.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
23	68.9	68.6	69.1	69.2	+ 7.7	68.4	69.3	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	.. .
24	69.4	70.1	71.5	70.3	+ 8.8	69.2	71.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
25	70.7	70.9	70.5	70.7	+ 9.2	70.2	71.2	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
26	68.9	67.6	65.3	67.3	+ 5.8	64.9	69.3	NE. 1	NE. 1	SW. 2	NE. 1	0	0	0	0	....	....
27	62.4	61.2	60.9	61.5	+ 10.0	60.5	63.8	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	0	6	2	....	....
28	59.0	57.9	52.9	56.6	− 4 8	**52.5**	59.4	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	8	10	6	10.9	12
29	56.0	55.3	55.0	**55.4**	− **6.0**	54.8	56.0	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	10	10	7	**22.5**	**24**
30	57.2	59.3	59.1	58.5	− 2.9	57.0	59.9	NE. 4	NE. 3	NE. 4	NE. 4	10	10	10	10	11.2	14
31	62.1	62.6	64.1	62.9	+ 1 5	61.8	64.4	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	...
Mois	66.90	66.79	66.91	66.87	+ 4 55							1.0	2.3	2.9	2.0	54.5	58

GRAND SAINT-BERNARD — DÉCEMBRE 1905

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	-10.0	- 7.4	- 8.2	- 8.5	**- 1.8**	-12.0	- 7.4	64	60	44	56	54	75
2	- 4 8	- 3.2	- 3.0	- 3.7	+ 3.1	- 8.8	- 3.0	86	90	100	92	75	100
3	- 4.6	- 1.4	- 4 0	- 3.3	+ 3.6	- 5.0	- 1.3	80	42	65	62	37	90
4	- 3.7	- 0.9	- 5.4	- 3.3	+ 3.7	- 6.2	- 0.3	26	29	34	30	25	40
5	- 5.6	- 3.7	- 3.6	- 4 3	+ 2.7	- 6.2	- 3.5	27	35	42	35	25	50
6	- 5.0	- 3.5	- 5 0	- 4.5	+ 2.6	- 7.0	- 2.8	45	42	98	62	40	100
7	- 4.6	- 3.2	- 1.8	- 3.2	+ 4.0	- 7.5	- 1.6	32	86	100	72	30	100
8	- 1.6	+ 3.1	+ 0.2	**+ 0.6**	**+ 7.9**	- 3.5	+ 3.1	52	48	64	55	43	100
9	- 0.4	+ 2.5	- 3.2	- 0.4	+ 7.0	- 3.2	**+ 3.2**	72	64	100	79	60	100
10	- 8.7	- 6.6	- 6.6	- 7.3	+ 0.1	- 9.2	- 3.0	100	100	95	98	80	100
11	- 7.0	- 4.8	- 5.2	- 5.7	+ 1.8	- 7.8	- 4.7	57	47	24	43	20	80
12	- 3.4	- 2.0	- 2.9	- 2.8	+ 4.8	- 7.0	- 1.8	22	24	27	**24**	**19**	35
13	- 3.4	0.0	- 1.2	- 1.6	+ 6.0	- 6.0	+ 0.7	40	45	42	42	30	50
14	- 3.6	- 2.5	- 2.4	- 2.8	+ 4.9	- 4.4	- 0.8	45	36	38	40	30	49
15	- 5.6	- 1.6	- 5.0	- 4.1	+ 3.8	- 6.0	- 1.5	52	44	54	50	40	61
16	- 3.8	+ 0.4	- 4.6	- 2.7	+ 5.1	- 6.0	+ 0.4	54	38	43	45	35	58
17	- 3.2	+ 1.3	- 1.0	- 1.0	+ 6.9	- 4.0	+ 1.5	38	40	48	42	32	55
18	- 2.8	- 1.1	- 5.2	- 3.0	+ 5.1	- 5 2	- 1.0	43	42	47	44	38	50
19	- 3.8	- 3.8	- 5.4	- 4.3	+ 3.7	- 6.8	- 3.6	45	46	52	48	42	58
20	- 9.6	- 8.4	- 9.4	- 9.1	- 1.0	-10.8	- 6.3	85	92	70	82	63	100
21	- 7.6	- 5.2	- 3.0	- 5.3	+ 2.8	-10.8	- 2.9	43	27	28	33	25	65
22	- 3.6	- 2.4	- 4.8	- 3.6	+ 4.6	- 5.0	- 1.6	46	62	62	57	30	68
23	- 5.2	- 2.8	- 4.0	- 4.0	+ 4.2	- 6.2	- 2.4	66	66	60	64	60	70
24	- 5.7	- 1.4	- 5.0	- 4.0	+ 4.3	- 6.2	- 1.3	60	55	43	53	31	63
25	- 5.2	- 3.6	- 4.2	- 4.3	+ 4.0	- 5.8	- 3.0	24	47	52	41	20	55
26	- 4.2	- 3.4	- 8.0	- 5.2	+ 3.2	- 8.5	- 3.3	48	42	70	53	38	75
27	- 9.6	- 8.6	-10.8	**- 9.7**	- 1.3	-12.2	- 8.6	75	85	100	87	70	100
28	- 8.8	- 7.6	- 7.8	- 8.1	+ 0.4	-11.2	- 7.5	100	95	100	98	90	100
29	-10.0	- 5.6	- 7.8	- 7.8	+ 0.7	-10.2	- 5.3	98	96	98	97	89	100
30	- 8.0	- 6.8	- 8.2	- 7.7	+ 0.8	- 8.8	- 6.5	100	100	100	100	98	100
31	-12.4	- 5.2	- 8.0	- 8.5	+ 0.1	**-13.4**	- 5.1	95	42	27	55	25	100
Mois	- 5.66	- 3.21	- 4.98	- 4.62	+2.97	- 7.45	- 2.62	59	57	62	59		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1905

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500^{mm} + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	66.97	66.86	67.44	67.09	58	60	74	64
2e »	68.83	68.88	68.99	68.90	48	45	44	46
3e »	65.09	65.00	64.54	64.88	69	65	67	67
Mois	66.90	66.79	66.91	66.87	59	57	62	59

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 4.90	— 2.43	— 4.06	— 3.79	— 3.86
2e »	— 4.62	— 2.25	— 4.23	— 3.71	— 3.83
3e »	— 7.30	— 4.78	— 6.51	— 6.20	— 6.28
Mois	— 5.66	— 3.21	— 4.98	— 4.62	— 4.71

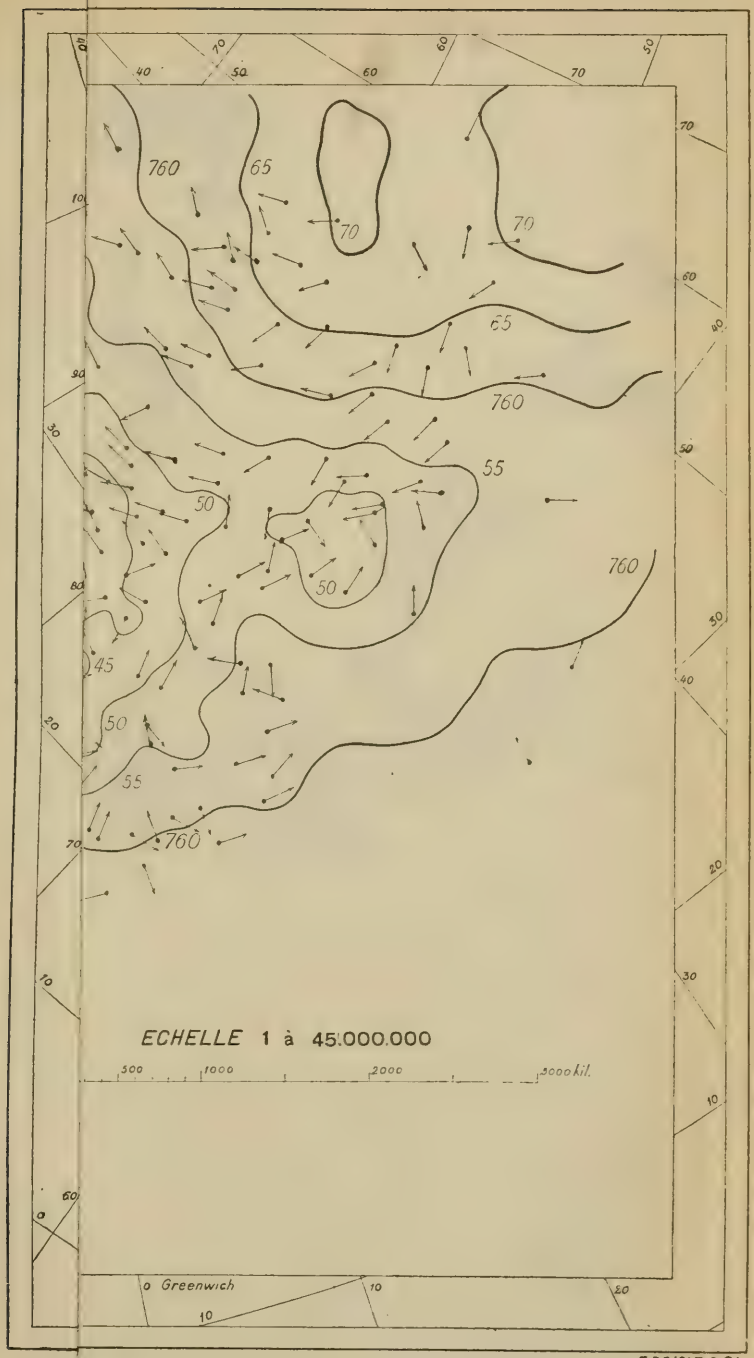
Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

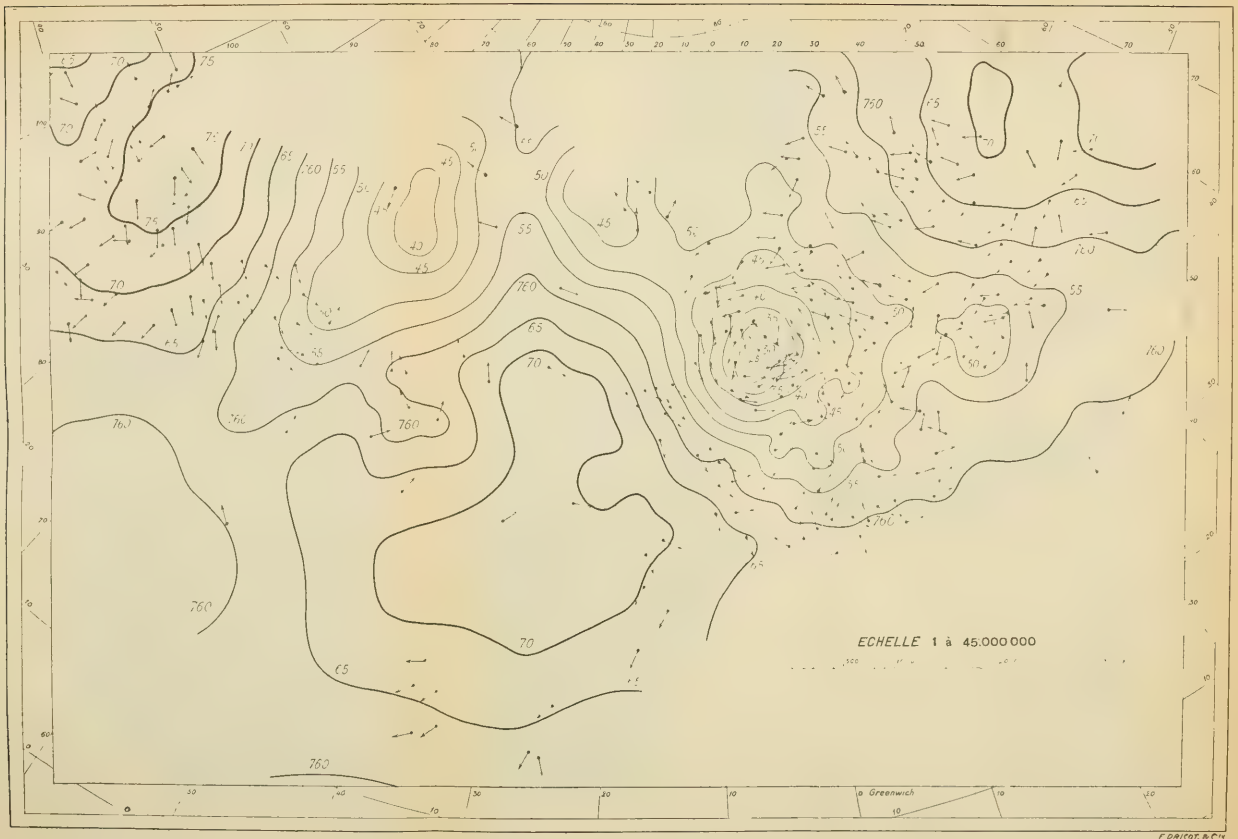
Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{76}{57} = 1.33$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 20.4 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

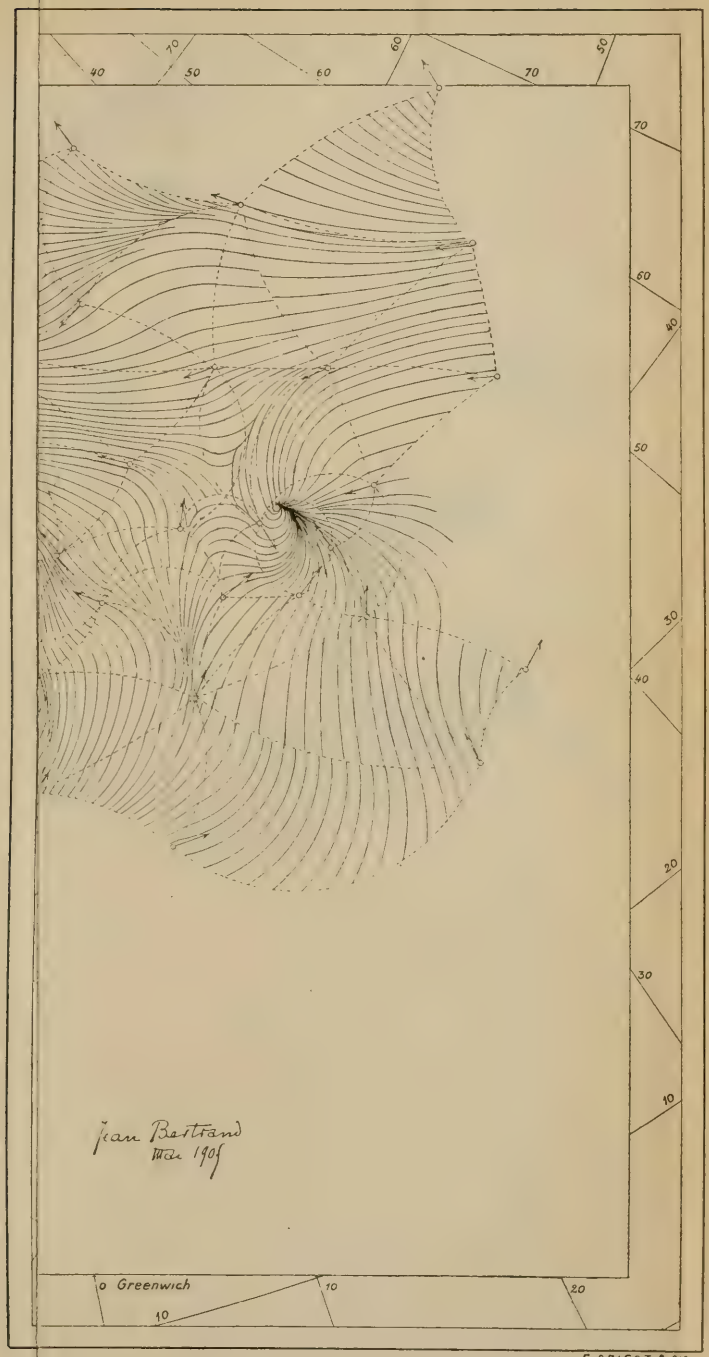
Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	33.1	30.0	37.4	54.5
Neige en centimètres....	0cm	7cm	38cm	58cm


760
65
70
70
65
760
55
50
50
760
45
50
55
760
ECHELLE 1 à 45.000.000
500
1000
2000
3000 kil.
0 Greenwich
F. DRICOT. & Cie



CARTE DE LA PRESSION BAROMÉTRIQUE

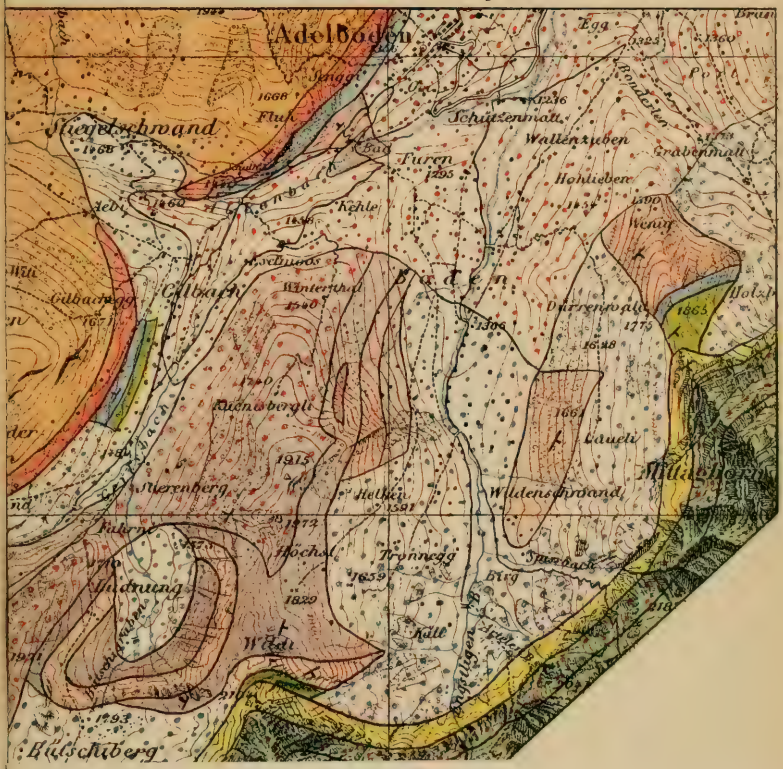
(Extrait du *Bulletin de la Soc. belge d'Astronomie*, nos 7 et 8, 1905).

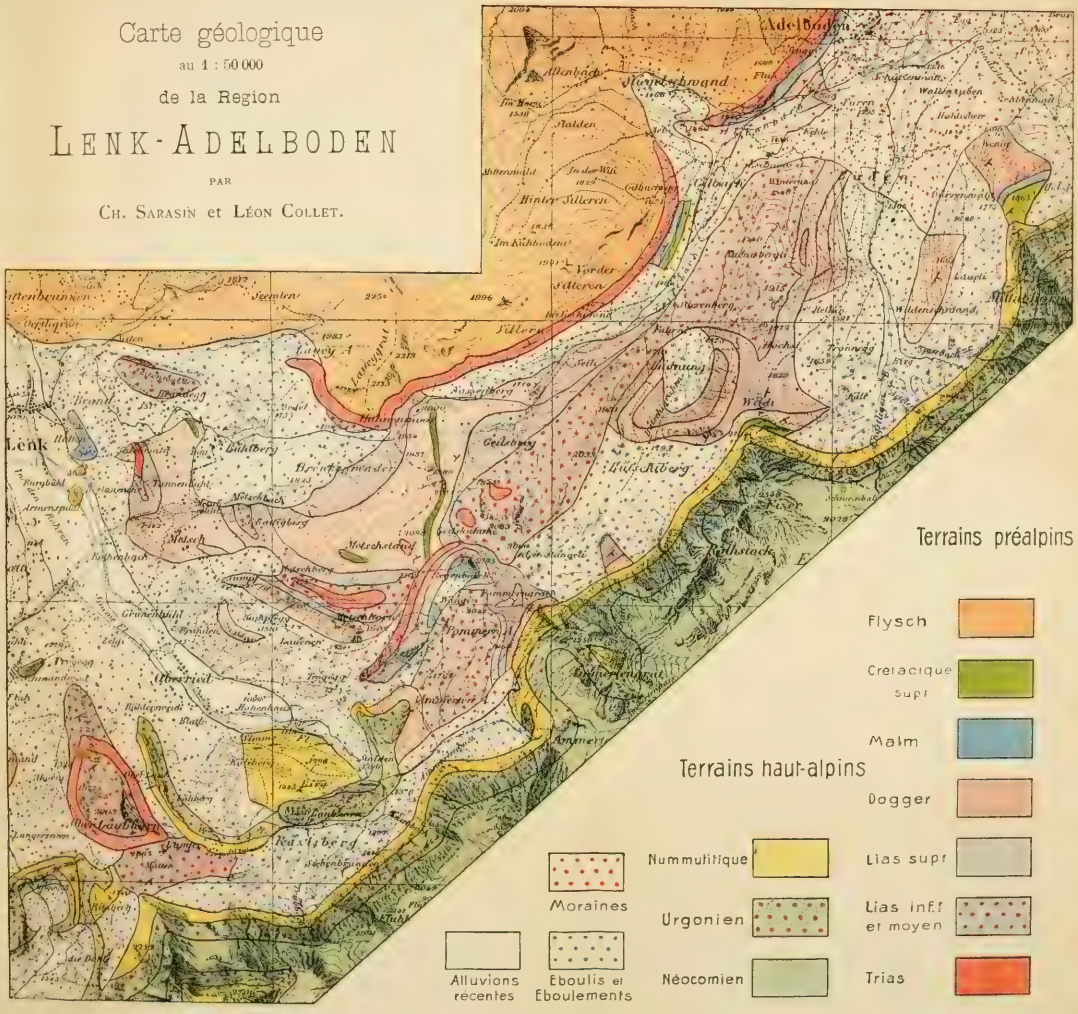

40
70
50
60
60
70
50
70
60
40
50
30
40
20
30
10
Jean Bertrand
Mai 1901
0 Greenwich
10
10
20

F. DRICOT & Cie

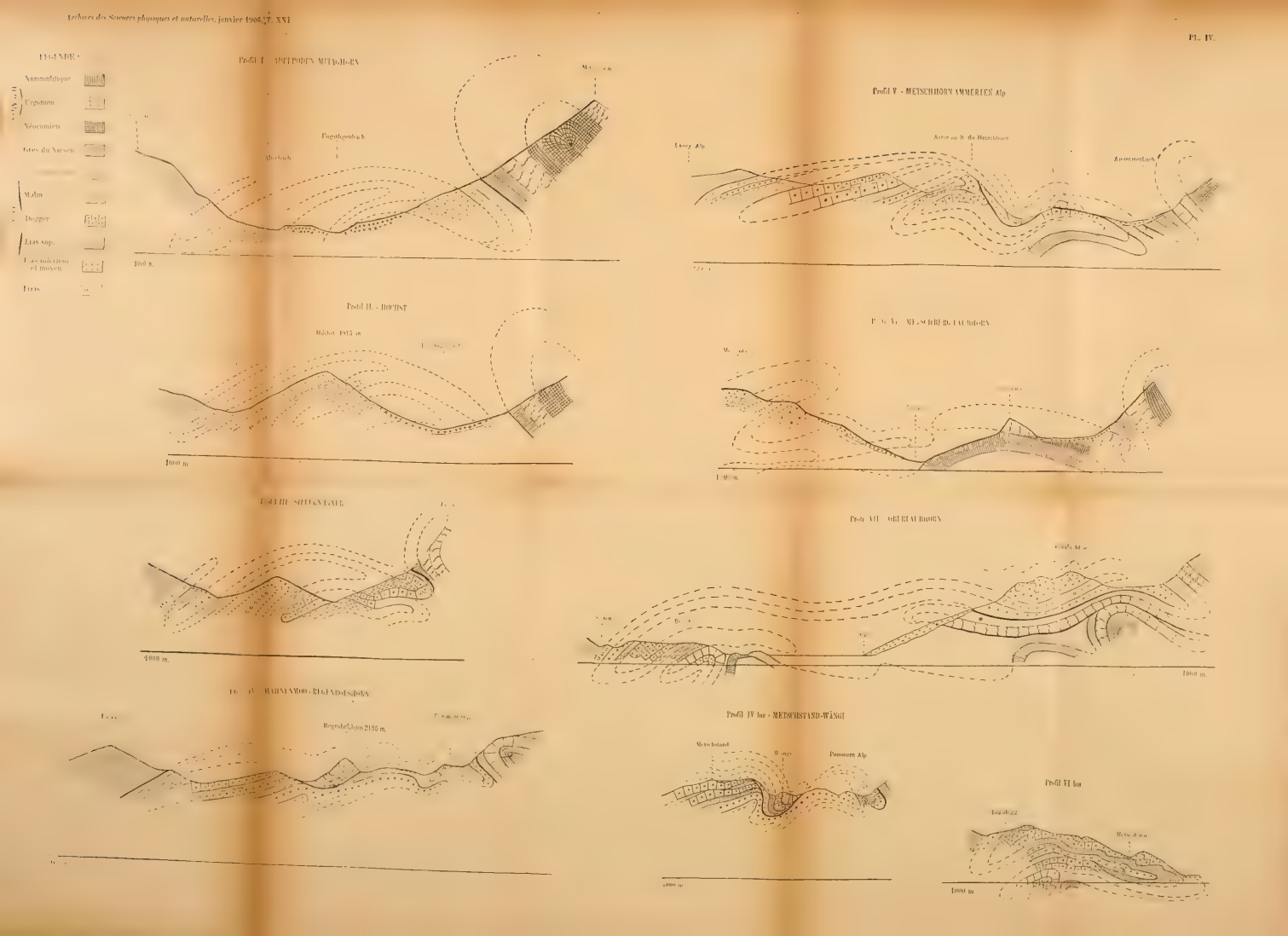
CARTE DU VENT

(Extrait du *Bulletin de la Soc. belge d'astronomie*, nos 7 et 8, 1905).


Adelboden
Egg
Fluh
Schützenmatt
Wallenzuben
Grabenmatt
Furen
Hohlieben
Kehle
Wenig
Gilbach
Winterthal
Baden
Dürrenwald
Kuenisbergli
Gaueli
Sterenberg
Helken
Wildenschwand
Fahrni
Höchst
Tronnegg
Lüdnung
Wädi
Kälte
Hülschiberg



IMPRIMERIE SADAG, GENTHON GENÈVE


LÉGENDE
Nummulitique
Urgonien
Néocomien
Grès du Niesen
Malm
Dogger
Lias sup.
Lias inférieur et moyen
Trias
Profil I - APPENDEN MITAGHORN
Profil II - HOCHST
Profil III - SILLUGNTAVER
Profil IV - MAHNENMOO - REGENBOLSHORN
Profil V - METSCHHORN AMMERTEN Alp
Profil VI - METSCHBERG LAUBHORN
Profil VII - OBERLAUBHORN
Profil IV bis - METSCHSTAND-WÄNGI
Profil VI bis
1000 m.

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE

DU

MOUVEMENT DES CORPS

(SOLIDES ET FLUIDES)

PAR

René de SAUSSURE

(*Suite*[1].)

Note sur la courbure des lignes trajectoires décrites par les différents points d'un corps solide en mouvement.

On sait qu'à chaque instant du mouvement d'un corps solide, il existe un mouvement hélicoïdal tangent. Nous allons montrer qu'*il y a toujours certains points du corps mobile dont les trajectoires ont un contact du second ordre avec les hélices correspondantes du mouvement tangent et que le lieu de ces points se compose de deux droites* conjuguées.

En effet, lorsqu'un corps solide possède deux degrés de liberté, les normales aux surfaces trajectoires décrites par les différents points du corps s'appuient à chaque instant sur deux mêmes droites D et Δ (théo-

[1] Voir *Archives*, janvier 1906, t. XXI, p. 36.

rème de Schœnemann-Mannheim) ; or, les normales aux surfaces trajectoires sont déterminées dès que l'on connaît les tangentes à *deux* déplacements du corps à partir d'une même position initiale.

Considérons maintenant un corps solide en mouvement qui ne possède qu'un degré de liberté ; soit M M′ l'élément décrit par un point M du corps pendant un instant dt et M′M″ l'élément décrit par ce même point pendant l'instant suivant dt'. Remplaçons chaque mouvement élémentaire par le mouvement hélicoïdal tangent : l'hélice tangente en M à la trajectoire du point M contient l'élément MM′ et, si l'on prolonge cette hélice au-delà du point M′, elle s'écartera de la trajectoire réelle M′M″ et prendra une certaine direction M′H infiniment voisine de M′M″ ; de même, l'hélice tangente en M′ à la trajectoire M′M″ contient l'élément M′M″ puis s'écarte de la trajectoire réelle dans une certaine direction M″H′.

Les deux mouvements hélicoïdaux MM′H et M′M″H′ ont, en commun, la position M′ ; on peut donc considérer les déplacements M′H et M′M″ comme deux déplacements élémentaires à partir d'une même position initiale d'un corps solide qui possèderait deux degrés de liberté ; de sorte que, d'après le théorème de Schœnemann-Mannheim : les normales élevées en chaque point M′ du corps, au plan correspondant HM′M″, s'appuient toutes sur deux mêmes droites D et Δ ; ces deux droites sont celles qui restent conjuguées l'une de l'autre pendant deux déplacements élémentaires consécutifs du corps solide.

Considérons maintenant un point M du corps mobile situé sur la droite D ou sur la droite Δ ; il y aura une

infinité de droites passant par ce point et rencontrant D et Δ, c'est-à-dire que, pour un tel point M, la normale au plan correspondant HM'M'' est indéterminée. Or, ceci ne peut avoir lieu que si M' H coïncide avec M'M'' ; les trois points M, M', M'' de la trajectoire du point M se trouvent alors sur l'hélice MM'H du mouvement tangent, c'est-à-dire que, pour tous les points M situés sur D ou Δ, la trajectoire réelle a un contact du second ordre avec l'hélice du mouvement tangent.

C. Q. F. D.

Il résulte, de ce qui précède, que l'axe de courbure de la trajectoire d'un point de D ou de Δ coïncide avec l'axe de courbure de l'hélice tangente, lequel est facile à construire. Donc, pour déterminer l'axe de courbure de la trajectoire d'un point quelconque M d'un corps solide en mouvement, il y a intérêt à construire les droites D et Δ, car ces droites étant connues, on tracera par le point M une droite A s'appuyant sur D et Δ; et comme le lieu des axes de courbure des trajectoires des points d'une droite quelconque est un hyperboloïde, l'axe de courbure relatif au point donné M sera déterminé si l'on connaît les axes de courbure relatifs à trois points de la droite A. Or, on connaît déjà les axes de courbure relatifs aux deux points d'intersection de A avec D et Δ ; il ne restera plus qu'à construire l'axe de courbure relatif à un troisième point de la droite A. Le choix de ce troisième point dépendra des données qui définissent le mouvement. Ainsi, par exemple, si l'on connaît la courbe des points d'inflexion on pourra construire l'axe de courbure relatif au point à l'infini sur la droite A, car cet axe est dans le plan parallèle à l'axe instantané et qui passe par A ; ce plan

rencontre la courbe des inflexions du mouvement inverse en deux points à distance finie et la droite qui joint ces deux points est l'axe de courbure relatif au point à l'infini sur la droite A.

Note sur les mouvements de torsion.

Nous avons déjà dit que les mouvements de torsion n'étaient pas assez généraux pour servir de type aux déplacements finis d'un corps solide qui possède *plusieurs* degrés de liberté ; cependant les mouvements de torsion peuvent servir de type aux déplacements finis à plusieurs paramètres de certains corps solides *incomplets*.

Ainsi, par exemple, un élément fluide (MD) composé d'un point M et d'une droite D est une figure qui est complètement déterminée par *cinq* coordonnées.

Un élément (MD) qui subit une torsion $\mathfrak{T}_1^4$ (c'est-à-dire qui se déplace en restant symétrique d'un élément fixe (M_0D_0) par rapport aux différentes droites de l'espace réglé) n'est soumis qu'à *une* condition.

Les éléments (MD) communs à deux torsions $\mathfrak{T}_1^4$, définies par deux éléments fixes (M_0D_0) et $(M'_0D'_0)$, sont en nombre triplement infinis, puisqu'ils sont soumis à *deux* conditions. Nous démontrerons que ces éléments forment une torsion $\mathfrak{T}_1^3$.

On démontrera aussi que : les éléments (MD) communs à trois torsions $\mathfrak{T}_1^4$ forment une torsion $\mathfrak{T}_1^2$; que les éléments (MD) communs à quatre torsions $\mathfrak{T}_1^4$ forment une torsion $\mathfrak{T}_1^1$, etc.

Enfin : *quatre éléments fluides* (MD) *donnés arbitrairement dans l'espace. déterminent une torsion* $\mathfrak{T}_1^2$,

de sorte que la torsion $\mathfrak{T}_1^3$ servira de type aux mouvements permanents d'un fluide dans l'espace.

Cette torsion permettra de déterminer approximativement les lignes de flux d'un fluide en mouvement dans l'espace, lorsqu'on connaît la direction du mouvement du fluide en un certain nombre de points. Ce problème est analogue à celui que nous avons traité dans l'espace à deux dimensions ; seulement la masse du fluide sera décomposée en tétraèdres curvilignes au lieu de triangles curvilignes.

Nous n'entreprendrons cette étude qu'après avoir exposé les éléments de la géométrie des feuillets, parce qu'un élément fluide (MD) n'est qu'un feuillet incomplet, et que par suite la géométrie des éléments fluides fait partie de la géométrie des feuillets.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

ERRATA DE LA 1re PARTIE

T. XVIII, 1904.

P. 29. Remplacer le symbole T par $\mathfrak{T}$.

P. 57. 8e ligne, au lieu de : *sont par hypothèse des droites complexes*, lire : *sont par hypothèse des droites de ce complexe.*

22e ligne, au lieu de : *paramè-*, lire : *paramètres.*

LA GÉOMÉTRIE

DES FEUILLETS[1]

PAR

René de SAUSSURE

Préliminaire.

Dans la première partie de ce travail, nous avons commencé l'étude du mouvement des corps en nous plaçant à un point de vue purement géométrique, c'est-à-dire en excluant la notion de temps. Considéré à ce point de vue, le mouvement est un simple *déplacement* c'est l'ensemble des positions qu'une figure donnée peut prendre.

La géométrie du mouvement (géométrie cinématique) est donc l'étude géométrique des séries de figures engendrées par une figure qui est supposée se déplacer.

Ce qui importe dans la géométrie cinématique, ce n'est pas la forme ou la grandeur du *corps rigide* qui se déplace, c'est uniquement sa *position*. Il y a donc avantage à réduire d'abord tous les corps rigides à un type unique aussi simple que possible, que nous allons définir.

Définition : Soit M un point (fig. 1, g.) d'un corps rigide quelconque C; D une droite issue du point M et appartenant au corps C; enfin P un plan faisant aussi partie du corps et passant par la droite D (et par con-

[1] Ce mémoire forme la deuxième partie du travail publié précédemment sous le titre de *Théorie géométrique du mouvement des corps.*

séquent aussi par le point M). L'ensemble du point M, de la droite D et du plan P est une figure élémentaire que j'appellerai le *feuillet* (M, D, P).

Il est évident que la position du corps solide C est entièrement déterminée par la position du feuillet (M D P), si l'on affecte la droite D d'un sens positif et d'un sens négatif, et si l'on distingue les deux faces du plan P par les signes + et —. Par suite, au point de

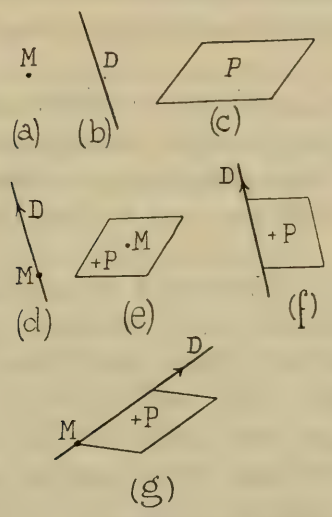


Fig. 1. — Les sept figures élémentaires.

vue de la géométrie cinématique, l'étude des séries de figures engendrées par le déplacement d'un corps, se réduit à l'étude des *séries de feuillets*.

Des sept géométries fondamentales : Le feuillet est l'élément spatial le plus complet n'impliquant aucun paramètre de grandeur, et la géométrie des feuillets comprend toutes les autres géométries fondamentales comme cas particuliers. Ces cas particuliers

sont les suivants : 1°) le feuillet réduit à un point *M* et à une droite *D* (fig. 1, d). 2°) le feuillet réduit à une droite *D* et à un plan *P* (fig. 1, f). 3°) le feuillet réduit à un point *M* et à un plan *P* (fig. 1, e). 4°) le feuillet réduit à un point M. (fig. 1, a). 5°) le feuillet réduit à à une droite D (fig. 1, b). 6°) le feuillet réduit à un plan P (fig. 1, c).

Il y a donc *sept* géométries fondamentales, correspondant au feuillet complet et à ses six cas particuliers. Ces sept géométries se divisent en trois groupes comme suit :

1er *groupe* : *Géométries à élément simple* ; c'est-à-dire : 1°) étude des séries de points (géométrie ponctuelle) ; 2°) étude des séries de droites (géométrie réglée) ; 3°) étude des séries de plans (géométrie tangentielle).

2me *groupe* : *Géométries à élément double*, c'est-à-dire : 1°) étude des séries d'éléments composés chacun d'un point *M* et d'une droite *D* issue de ce point (élément fluide[1]) ; 2°) étude des séries d'éléments composés chacun d'une droite *D* et d'un plan P issu de cette droite ; 3°) étude des séries d'éléments composés chacun d'un point *M* et d'un plan *P* passant par ce point.

3me *groupe* : *Géométrie à élément triple* c'est-à-dire : étude des séries de feuillets, composés chacun d'un point *M*, d'une droite *D* issue de ce point, et d'un plan *P* issu de cette droite.

[1] Nous conservons provisoirement l'expression *élément fluide* pour désigner l'ensemble d'un point *M* et d'une droite *D* issue de ce point, quoique cette expression ne soit pas très heureusement choisie.

Ces sept géométries sont les seules dont l'élément spatial primitif n'implique *aucun* paramètre de grandeur (mais seulement des paramètres de position ou coordonnées) et par conséquent il n'y a pas plus de sept géométries fondamentales.

Nous ne dirons que quelques mots des six premières géométries, afin d'aborder le plus tôt possible la septième qui est la plus générale.

Définition : On dira qu'une série continue de figures identiques entre elles est une *monosérie*, une *bisérie*, une *trisérie*, une *tétrasérie*, une *pentasérie*, etc., suivant que le nombre de figures contenues dans la série considérée est simplement, doublement, triplement, quadruplement ou quintuplement infini.

Géométries particulières

Parmi les géométries à élément simple, la géométrie ponctuelle et la géométrie tangentielle ne sont que les deux aspects opposés d'une même géométrie, parce que le point et le plan qui leur servent de point de départ sont des éléments spatiaux réciproques. Les formes de la géométrie ponctuelle et celles de la géométrie tangentielle sont les mêmes, car une *ligne* peut être considérée soit comme une monosérie de points, soit comme une monosérie de plans (osculateurs[1]) : une surface peut être considérée soit comme une bisérie de points, soit comme une bisérie de plans (tangents). La ligne fondamentale est toujours la *ligne droite* considérée comme une file de

[1] Dans ce dernier cas la ligne considérée est l'arête de rebroussement de la surface développable enveloppée par les plans de la monosérie.

points dans la géométrie ponctuelle et comme l'axe d'un faisceau de plans dans la géométrie tangentielle. Une ligne droite est déterminée en effet par deux points ou par deux plans. Au contraire la surface fondamentale est la *surface plane* (sphère de rayon infini) en géométrie ponctuelle, tandis qu'en géométrie tangentielle elle se réduit à un *point* considéré comme le centre d'une gerbe de plans (sphère de rayon nul).

La surface plane est déterminée par trois points, de même que le centre d'une gerbe est déterminé par trois plans.

Enfin comme il faut *trois* coordonnées pour définir la position d'un point ou d'un plan, l'ensemble des points de l'espace (étendue ponctuelle) forme une trisérie de points et l'ensemble des plans de l'espace (étendue tangentielle) forme une trisérie de plans. Ceci revient à dire qu'un point ou un plan est une figure capable de déplacements à 1, 2 ou 3 paramètres; c'est une figure qui ne peut posséder que 1, 2 ou 3 degrés de liberté.

La géométrie réglée, qui est la troisième géométrie à élément simple, est toute différente des géométries ponctuelle ou tangentielle. D'abord, elle est complète par elle-même, parce que la figure réciproque d'une droite est une droite. Ensuite, il faut *quatre* coordonnées pour définir la position d'une droite. Les formes de la géométrie réglée sont donc plus nombreuses; ce sont : la *surface réglée* ou monosérie de droites, la *congruence* ou bisérie de droites et le *complexe* ou trisérie de droites.

Le complexe fondamental est le *complexe linéaire*, déterminé par 5 droites; la congruence fondamentale

est la *congruence linéaire* (droites communes à deux complexes linéaires) déterminée par 4 droites et la surface réglée fondamentale est l'*hyperboloïde* à une nappe (droites communes à trois complexes linéaires) qui est déterminé par trois droites.

Enfin l'ensemble des droites de l'espace (espace réglé) est une tétrasérie de droites, c'est-à-dire qu'une droite est capable d'un déplacement à 1, 2, 3 ou 4 paramètres.

Parmi les géométries à élément double, on voit de suite qu'il y en a deux qui conduiront aux mêmes formes : en effet l'élément (M D) composé d'un point M et d'une droite D issue de ce point est réciproque de l'élément (D P) composé d'une droite D et d'un plan P issu de cette droite, car ils se transforment l'un en l'autre par dualité. En effet considérons une surface réglée quelconque d sur laquelle on a tracé une ligne quelconque m : la surface d et la ligne m définissent aussi bien une monosérie d'éléments tels que (M D) qu'une monosérie d'éléments tels que (D P), car sur chaque génératrice D de la surface réglée, la ligne m détermine soit un point M, soit un plan P passant par D et par la tangente T à la courbe m, c'est-à-dire le plan tangent à la surface réglée au point M.

Au contraire la géométrie qui prend pour point de départ l'élément double (M P) formé d'un point M et d'un plan P uni à ce point, est une géométrie complète par elle-même. L'élément (M P) est en effet réciproque de lui-même par dualité.

Deux lignes courbes quelconques m et p définissent une monosérie d'éléments doubles tels que (M P), car il n'y a qu'une seule manière de déplacer un élément

(M P) de telle façon que le point M décrive la courbe *m* pendant que le plan P reste osculateur à la courbe *p*.

Nous ne rechercherons pas ici en détail quelles sont toutes les formes fondamentales qne l'on peut obtenir en formant des séries d'éléments doubles. Nous avons déjà étudié les propriétés des formes que l'on obtient avec des séries d'éléments (fluides) (M D) formés d'un point M et d'une droite D, formes que nous avons appelées *couronnes* et *couronoïdes*. Il y en a d'autres, mais comme les éléments doubles ne sont que des cas particuliers de l'élément triple (feuillet), nous passerons tout de suite à la géométrie des feuillets, afin de nous placer au point de vue le plus élevé possible.

Faisons remarquer seulement, qu'il faut *cinq* coordonnées pour définir la position d'un élément double tel que (M D), (D P) ou (M P). Par conséquent il y aura à étudier dans les géométries à éléments doubles : des monoséries, des biséries, des triséries et des tétraséries d'éléments.

Prenons par exemple l'élément fluide (M D) : un déplacement à un paramètre fera décrire au point M une ligne *m* et à la droite D une surface réglée *d* ; on obtient une monosérie d'éléments fluides. Si (M D) subit un déplacement à 2 paramètres, le point M décrit une surface, la droite D une congruence ; on obtient une bisérie d'éléments fluides. Si (M D) subit un déplacement à trois paramètres, le point M décrit tout l'espace, la droite D décrit un complexe ; on obtient une trisérie d'éléments fluides c'est-à-dire une série continue telle qu'en chaque point de l'espace se trouve un élément fluide. Si (M D) subit un déplacement à 4 paramètres on obtient une tétrasérie d'élé-

ments fluides, telle qu'en chaque point M de l'espace se trouve une monosérie d'éléments fluides (M D) formant un cône ayant pour sommet le point M. Enfin un élément fluide (M D) qui possèderait 5 degrés de liberté serait complètement libre dans l'espace, car un déplacement à 5 paramètres donnerait naissance à une pentasérie d'éléments (M D) ; il y aurait donc en chaque point M une bisérie d'éléments M D formant une gerbe ayant ce point M pour centre, l'élément (M D) pourrait prendre une position quelconque.

Passons maintenant à l'étude des séries de feuillets.

CHAPITRE I.

Recherche des formes fondamentales de la géométrie des feuillets.

§ 1 *Généralités sur les feuillets*

Il faut 6 coordonnées pour définir complètement la position d'un feuillet (M, D, P) et par conséquent celle d'un corps rigide quelconque.

Un feuillet qui est complètement libre peut prendre une sextuple infinité de positions différentes dans l'espace. Si l'on veut, l'*espace feuilleté* contient une hexasérie de feuillets. En chaque point de l'espace (ou dans chaque plan) il y a donc une trisérie de feuillets différents.

Donc un feuillet qui n'est soumis qu'à une seule condition engendrera une pentasérie de feuillets, c'est-à-dire une série telle qu'en chaque point M de l'espace il n'y aura plus qu'une bisérie de feuillets (M D P).

Un feuillet qui est soumis à deux conditions engen-

drera une tétrasérie de feuillets, c'est-à-dire une série telle qu'en chaque point M de l'espace, il n'y aura plus qu'une monosérie de feuillets.

Un feuillet soumis à 3 conditions engendrera une trisérie de feuillets, c'est-à-dire qu'en chaque point M de l'espace il n'y aura plus qu'un feuillet (ou un nombre fini) appartenant à la trisérie.

Un feuillet soumis à 5 conditions engendrera une bisérie de feuillets, c'est-à-dire que tous les feuillets de cette série auront leur point M situé sur une certaine surface et qu'en chaque point de cette surface il n'y aura qu'un nombre fini de feuillets.

Un feuillet soumis à 5 conditions engendrera une monosérie de feuillets, c'est-à-dire que le point M ne décrit plus qu'une ligne et qu'il y a un nombre fini de feuillets en chaque point de cette ligne.

Enfin un feuillet soumis à 6 conditions ne peut plus bouger du tout, ou du moins ne peut occuper qu'un nombre fini de positions déterminées.

En général, et cette remarque est très importante, tous les auteurs qui ont étudié la géométrie du mouvement ont pris pour point de départ le déplacement à *un* paramètre et ils ont tous abouti à cette conclusion que le mouvement le plus général d'un corps rigide est le mouvement hélicoïdal. Ce résultat est très vrai lorsqu'on se place au point de vue mécanique, car tout mouvement physiquement réalisé est un déplacement à un seul paramètre (parce que le temps n'ayant qu'une dimension ne peut être associé qu'à une monosérie de figures).

Il y a donc cette différence entre le point de vue *mécanique* et le point de vue *géométrique*, c'est que

dans le premier cas on ne s'occupe que des déplacements à un paramètre, tandis que dans le second cas on étudie les déplacements à plusieurs paramètres.

Aussi tandis que le type des déplacements mécaniques est le déplacement hélicoïdal (à un paramètre), le type des déplacements géométriques doit être le déplacement d'un corps qui est soumis à une certaine condition unique. Ce type se trouve donc parmi les déplacements à 5 paramètres.

De même que la forme fondamentale de la géométrie de l'espace réglé est le complexe linéaire (droite soumise à une seule condition), de même la forme fondamentale de la géométrie de l'espace feuilleté est une certaine pentasérie de feuillets décrite par un feuillet soumis à une seule condition.

Désignons provisoirement par C^5 cette pentasérie de feuillets qui doit servir de type à toutes les autres, c'est-à-dire à tous les déplacements à 5 paramètres, et considérons deux pentaséries C^5 ; les feuillets communs à ces deux séries formeront une tétrasérie C^4 qui servira de type aux tétraséries de feuillets, c'est-à-dire aux déplacements à 4 paramètres. De même les feuillets communs à 3 pentaséries C^5, forment une trisérie qui sera le type des déplacements à 3 paramètres. Les feuillets communs à 4 pentaséries C^5, forment une bisérie qui sera le type des déplacements à 2 paramètres. Enfin les feuillets communs à 5 pentaséries C^5, forment une monosérie qui sera le type des déplacements à un paramètre.

§ 2. *Des rotations dans la géométrie des feuillets.*

Dans la première partie de cette étude, nous avons

introduit la notion de translations et de rotations à plusieurs paramètres.

Lorsqu'un corps C se déplace en restant constamment symétrique d'un corps fixe C_0 par rapport à un *point* mobile, on dit que le corps C effectue une translation. Cette translation est à 1, 2 ou 3 paramètres selon que le point mobile décrit une mono-, bi- ou trisérie de points.

Lorsqu'un corps C se déplace en restant constamment symétrique d'un corps fixe C_0 par rapport à un *plan* mobile, nous avons dit que le corps C effectuait une rotation. Cette rotation est à 1, 2 ou 3 paramètres selon que le plan mobile décrit une mono-, bi-, ou trisérisérie de plans.

1° *Rotations à un paramètre* : La rotation au sens ordinaire du mot n'est pas autre chose, nous l'avons vu, que la rotation à un paramètre que l'on obtient lorsque le plan mobile prend toutes les positions possibles autour d'une droite fixe X. Cette rotation à un paramètre est du premier ordre (R_1^1), car le faisceau de plans est la monosérie de plans la plus simple. Toutes les fois qu'une figure quelconque subit une rotation de cette espèce, nous disons qu'elle décrit pendant cette rotation une *couronne de figures* F. Nous avons étudié les couronnes d'éléments fluides (M D) ; ces couronnes correspondent au cas où la figure F est réduite à un point M et à une droite D.

Couronnes de feuillets : Lorsqu'un feuillet (M, D, P) tourne autour d'un axe fixe X il engendre une couronne de feuillets. Le point M décrit un cercle *m* qui est le *cercle de base* de la couronne ; la droite D décrit un hyperboloïde de révolution *d* dont le cercle

de gorge est la *gorge* de la couronne ; enfin le plan P du feuillet enveloppe un cône de révolution p qui a pour axe X et qui est tangent à l'hyperboloïde le long d'un cercle parallèle q. Ce cône est le *cône de base* de la couronne.

Remarque : Une couronne de feuillets est complètement déterminée lorsqu'on se donne l'hyperboloïde d et les deux cercles parallèles m et q. D'une manière générale, tout déplacement à un paramètre d'un feuillet (M, D, P) peut être défini par une surface réglée d (trajectoire de la droite D) sur laquelle on a tracé deux courbes m et q dont l'une représente la trajectoire du

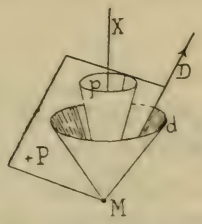


Fig. 2. — Couronne à point fixe.

point M, l'autre la courbe de contact de la surface réglée d avec la surface développable p enveloppée par le plan P.

Cas particuliers : Les couronnes de feuillets présentent beaucoup de cas particuliers. Nous ne citerons que les deux cas les plus importants : a) si le point M se trouve sur l'axe de rotation X, ce point reste fixe ; les cercles de base et de gorge ont des rayons nuls ; la droite D décrit un cône de révolution d et le plan P enveloppe un cône p de même axe (fig. 2) ; on dira dans ce cas que *la couronne de feuillets est à point fixe.* b) si le plan P est perpendiculaire à l'axe de rotation X, ce plan P

reste fixe[1] ; le point M décrit dans le plan fixe P une circonférence *m* qui est le cercle de base de la couronne (fig. 3) et la droite D enveloppe, toujours dans le plan fixe P, une circonférence concentrique *d* qui est la gorge de la couronne ; on dira dans ce cas que *la couronne de feuillets est à plan fixe.*

2°) *Rotations à 2 paramètres :* La rotation la plus simple à 2 paramètres (R_1^2) est celle où la figure F se déplace en restant constamment symétrique d'une figure fixe F_0 par rapport à un plan qui prend toutes les positions possibles autour d'un point fixe O; car la gerbe de plans est la bisérie de plans la plus simple. L'ensem-

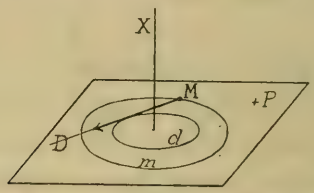


Fig. 3. — Couronne à plan fixe.

ble des positions prises par la figure F forme un *couronoïde de figures* F. Nous avons étudié les couronoïdes d'éléments fluides (M D), qui correspondent au cas où la figure F est réduite à un point M et à une droite D.

Couronoïdes de feuillets : Soit (M_0 D_0 P_0) un feuillet fixe et soit O le centre d'une gerbe de plans. Construisons tous les feuillets (M D P) respectivement symétriques du feuillet (M_0 D_0 P_0) par rapport aux différents plans de la gerbe O ; l'ensemble des feuillets ainsi construits forme un couronoïde de feuillets. Le point M_0 est le *pôle*, le plan P_0 est le *plan polaire* et la droite D_0 l'*axe polaire*

[1] C'est-à-dire reste en coïncidence avec lui-même.

du couronoïde. Nous dirons donc que le feuillet (M_0 D_0 P_0) dont dérive le couronoïde est le *feuillet polaire* de ce couronoïde.

On peut aussi dire qu'un couronoïde de feuillets est la bisérie engendrée par un feuillet (M D P) qui subit une rotation du premier ordre à 2 paramètres.

Dans une pareille rotation, le point M décrit autour du point O une sphère *m* qui est la *sphère de base* du couronoïde (car c'est le lieu des cercles de base de toutes les couronnes contenues dans le couronoïde); la droite D engendre une congruence, en s'appuyant d'une part sur la droite fixe D_0 et d'autre part sur une sphère *d* décrite autour du point O et qui est la *sphère de gorge* du couronoïde (car c'est le lieu des cercles de gorge de toutes les couronnes contenues dans le couronoïde); enfin le plan P du feuillet enveloppe une sphère concentrique *p* qui est aussi une *sphère de base* (car c'est l'enveloppe des cônes de base de toutes les couronnes contenues dans le couronoïde). On distinguera les deux sphères de base *m* et *p* en appelant l'une la *base ponctuelle*, l'autre la *base tangentielle* du couronoïde.

En chaque point M de la base ponctuelle, il n'y a qu'*un seul* feuillet appartenant au couronoïde, excepté *au pôle* M_0 *où il y a une infinité de feuillets formant une couronne à point fixe* M_0 autour de la normale à la sphère *m* en ce point; en effet le point M coïncide avec M_0 toutes les fois que le plan de symétrie passe par M_0; or dans la gerbe de centre O, il y a une infinité de plans passant par M_0, et tous ces plans forment un faisceau dont l'axe est la normale O M_0.

Dans chaque plan P tangent à la base tangentielle

il y a *deux* feuillets (car les plans P et P_0 ont deux plans bissecteurs, c'est-à-dire deux plans de symétrie), mais ces deux feuillets correspondent aux deux faces du plan P de sorte qu'il n'y a qu'*un seul* feuillet dans chaque plan P lorsqu'on tient compte des signes. Cependant, *dans l'une des faces du plan polaire* P_0, *il y a une infinité de feuillets formant une couronne à plan fixe*, dont l'axe est la normale abaissée du centre O sur le plan P_0 ; en effet le plan P coïncide avec P_0, toutes les fois que le plan de symétrie passe par cette normale.

Il résulte des propriétés de toute rotation R_1^2 que : *Tout couronoïde de feuillets contient une double infinité de couronnes* (dont les cercles de base passent par le pôle M_0, dont les cônes de base sont tangents au plan polaire P_0 et dont les cercles de gorge rencontrent l'axe polaire D_0),

La couronne qui joint deux feuillets quelconques d'un couronoïde de feuillets est contenue toute entière dans ce couronoïde.

Enfin : *Si l'on fait subir successivement à un feuillet* (M D P) *une rotation complète autour de chaque droite d'un faisceau plan, on obtient* une monosérie de couronnes se croisant au feuillet (M D P) et formant autour du centre du faisceau, *un couronoïde dont le feuillet polaire est le feuillet* (M_0 D_0 P_0) *symétrique de* (M D P) *par rapport au plan du faisceau ;* les cercles de base de toutes les couronnes de la monosérie se croisent au point M et au point M_0 : au point M toutes les couronnes ont en commun le feuillet générateur (M D P) tandis qu'au point M_0 les feuillets des différentes couronnes sont distincts et ces feuillets forment une couronne à point fixe M_0. Nous utiliserons plus loin ce dernier résultat.

Cas particuliers : Les couronoïdes de feuillets présentent aussi de nombreux cas particuliers. Nous ne citerons que les deux cas suivants, plus particulièrement intéressants : a) Si le point M_0 coïncide avec le centre O de la gerbe de plans, le point M du feuillet (M D P) reste fixe ; dans ce cas le couronoïde peut être représenté par l'ensemble des cônes de révolution qui ont leur sommet au point fixe M_0 et qui sont tangents au plan fixe P_0 le long de la droite fixe D_0 (fig. 4); nous dirons que ces cônes de révolution forment un *faisceau de cônes* unis par le feuillet (M_0 D_0 P_0) ; on voit immé-

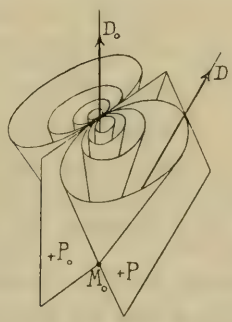


Fig. 4. — Couronoïde à point fixe.

diatement que si P est un plan tangent quelconque de l'un des cônes du faisceau, et D sa génératrice de contact, le plan bissecteur des plans P et P_0 passe par la bissectrice des droites D et D_0 ; le feuillet (M_0 D P) est donc symétrique du feuillet fixe (M_0 D_0 P_0) par rapport à ce plan bissecteur et comme ce dernier plan est un plan de la gerbe M_0, le feuillet (M_0 D P) fait partie du couronoïde. Comme le point M coïncide toujours avec le point M_0, on dira que *le couronoïde est à point fixe* ; les deux bases et la gorge d'un pareil couronoïde

sont des sphères qui coïncident avec le point M_0 et dont le rayon est par conséquent nul. b) Si le centre O de la gerbe de plans est à l'infini dans une direction perpendiculaire au plan fixe P_0 du feuillet polaire (M_0 D_0 P_0), tous les plans de la gerbe sont perpendiculaires à P_0 et par suite tous les feuillets (M D P) du couronoïde auront leur plan P qui coïncide avec P_0. On dira dans ce cas que *le couronoïde est à plan fixe*. On peut représenter un pareil couronoïde par l'ensemble des cercles qui sont situés dans le plan fixe P_0 et qui sont tangents à la droite fixe D_0 au point M_0 ; nous dirons que ces cercles forment un *faisceau de cercles* (fig. 5)

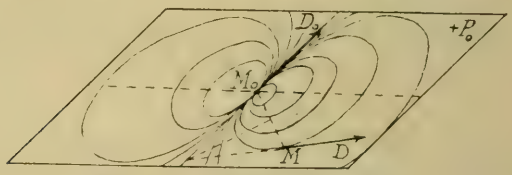


Fig. 5. — Couronoïde à plan fixe.

unis par le feuillet (M_0 D_0 P_0) ; on voit que si D est une tangente quelconque à l'un des cercles du faisceau, et M son point de contact, le plan de symétrie des points M et M_0 est aussi plan de symétrie des droites D et D_0 et en outre c'est un plan de la gerbe O. Le feuillet (M D P_0) fait donc bien partie du couronoïde à plan fixe. Les deux bases et la gorge d'un pareil couronoïde sont des sphères qui coïncident avec le plan P_0 et dont le rayon est par suite infini.

3°) *Rotation à trois paramètres :* Il n'y a qu'une espèce de rotation à trois paramètres, c'est la rotation R_1^3, c'est-à-dire le déplacement d'une figure F qui reste constamment symétrique d'une figure F_0 par rapport

à un plan qui prend successivement toutes les positions possibles dans l'espace. Nous avons déjà étudié le cas où la figure F est réduite à un élément fluide (M D), et nous avons appelé *fluide à couronnes*, l'ensemble des positions que prend un élément (M D) qui subit une rotation R_1^3. Plus généralement, nous dirons qu'une figure quelconque F qui subit une rotation R_1^3 décrit un *hypercouronoïde* de figures F.

Hypercouronoïdes de feuillets : Un feuillet (M D P) engendre un hypercouronoïde lorsqu'il prend toutes les positions symétriques d'un feuillet fixe (M_0 D_0 P_0) par rapport à un plan quelconque de l'espace. Le point fixe M_0 est le *pôle*, le plan fixe P_0 est le *plan polaire* et la droite fixe D_0 l'*axe polaire* de l'hypercouronoïde. On peut donc dire que le feuillet (M_0 D_0 P_0) est le *feuillet polaire* de l'hypercouronoïde.

En tout point M de l'espace, il y a *un seul* feuillet appartenant à l'hypercouronoïde (car les deux points M et M_0 n'ont qu'un seul plan de symétrie). Toutefois, au pôle M_0 il y a une bisérie de feuillets distincts et *ces feuillets forment un couronoïde à point fixe* M_0, dont le feuillet polaire est (M_0 D_0 P_0) (car lorsque M coïncide avec M_0, tout plan passant par M_0 est un plan de symétrie).

Dans tout plan P de l'espace, il y a *deux* feuillets de l'hypercouronoïde (car les plans P et P_0 ont deux plans de symétrie), mais ces deux feuillets correspondent aux deux faces du plan P. Il n'y a donc qu'*un seul* feuillet dans un plan donné avec son signe. Toutefois, dans le plan polaire P_0 il y a une bisérie de feuillets distincts et *ces feuillets forment un couronoïde à plan fixe* dont le feuillet polaire est (M_0 D_0 P_0) (car

lorsque P coïncide avec P_0 tout plan perpendiculaire à P_0 est un plan de symétrie).

Sur une droite quelconque de l'espace il n'y a pas en général de feuillet appartenant à l'hypercouronoïde. Les seules droites qui portent des feuillets sont les droites D symétriques de D_0 par rapport à un plan de l'espace, c'est-à-dire les droites D qui rencontrent la droite fixe D_0 ; chacune de ces droites D porte *deux* feuillets (M D P) (car deux droites concourantes ont deux plans de symétrie) mais ces feuillets correspondent aux deux sens de la droite D ; il n'y a donc qu'*un seul* feuillet sur chaque droite D lorsqu'on tient compte des signes. Toutefois, l'axe polaire D_0 porte deux monoséries de feuillets (car lorsque D coïncide avec D_0, tout plan passant par D_0 est un plan de symétrie, ainsi que tout plan perpendiculaire à D_0) ; la première de ces deux monoséries se compose de feuillets (M_0 D_0 P) qui ont tous en commun le point M_0 et la droite D_0 mais qui diffèrent par le plan P ; la seconde de ces deux monoséries se compose de feuillets (M D_0 P_0) qui ont tous en commun la droite D_0 et le plan P_0 mais qui diffèrent par le point M.

Pour nous représenter un hypercouronoïde d'une façon claire, considérons d'abord un élément double (M_0 D_0) composé d'un point M_0 et d'une droite D_0 passant par ce point et traçons tous les cercles de l'espace qui sont tangents à la droite D_0 au point M_0 ; nous dirons que la bisérie de cercles ainsi obtenue est une *gerbe de cercles* unis par l'élément double (ou élément fluide) (M_0 D_0). De même, considérons un élément double (D_0 P_0) composé d'une droite D_0 et d'un plan P_0 passant par cette droite et traçons tous les cônes de révo-

lution tangents au plan P_0 le long de D_0 ; nous dirons que la bisérie de cônes ainsi obtenue est une *gerbe de cônes* unis par l'élément double (D_0 P_0). Ceci posé, pour construire l'hypercouronoïde dont le feuillet polaire est (M_0 D_0 P_0), il suffira de tracer la gerbe des cercles unis par l'élément (M_0 D_0) et la gerbe des cônes unis par l'élément (D_0 P_0); car en tout point M de l'espace passera un cercle de la gerbe de cercles et un cône de la gerbe de cônes ; le feuillet de l'hypercouronoïde au point M est donc déterminé (en position et en signe) par le point M, par la tangente D au cercle et par le plan tangent P au cône.

Tous les hypercouronoïdes de feuillets sont superposables et ils ne diffèrent que par leur position, c'est-à-dire par la position de leur feuillet polaire. Les propriétés des hypercouronoïdes de feuillets sont les mêmes que celles de la rotation R_1^3, donc :

Tout hypercouronoïde contient une quadruple infinité de couronnes, dont les cercles de base se croisent au pôle M_0, dont les cônes de base sont tangents au plan polaire P_0 et dont les cercles de gorge rencontrent l'axe polaire D_0.

Il en résulte qu'on peut joindre deux feuillets quelconques d'un hypercouronoïde par une couronne contenue toute entière dans cet hypercouronoïde.

Tout hypercouronoïde contient une triple infinité de couronoïdes, dont les sphères de base ponctuelle passent par le pôle M_0, dont les sphères de base tangentielle sont tangentes au plan polaire P_0 et dont les sphères de gorge sont tangentes à l'axe polaire D_0. Il en résulte qu'on peut joindre trois feuillets quelconques d'un hypercouronoïde par un couronoïde contenu tout entier dans cet hypercouronoïde.

Enfin, si l'on considère un feuillet (MDP) qui subit successivement une rotation complète autour de chaque droite d'un plan A, *ce feuillet engendre une bisérie de couronnes dont l'ensemble forme un hypercouronoïde ;* le feuillet polaire de celui-ci est le feuillet (M_0 D_0 P_0) symétrique du feuillet générateur (M D P) par rapport au plan A (voir page 75 de la première brochure). On remarquera que toutes les couronnes de la bisérie ont en commun le feuillet (M D P) ; que les cercles de base de toutes ces couronnes se croisent au pôle M_0 de telle manière que les feuillets qui se trouvent en ce point forment un couronoïde à point fixe M_0, dont le feuillet polaire est (M_0 D_0 P_0) ; enfin que les cônes de base de toutes ces couronnes sont tangents au plan polaire P_0 de telle manière que les feuillets qui se trouvent dans ce plan forment un couronoïde à plan fixe P_0 dont le feuillet polaire est (M_0 D_0 P_0). Nous aurons à faire usage de cette remarque plus loin.

§ 3. *Des pentaséries de feuillets.*

La pentasérie de feuillets joue dans la géométrie de l'espace feuilleté le même rôle que le complexe de droites dans la géométrie de l'espace réglé. Comme il n'y a dans l'espace qu'une trisérie de points distincts, une pentasérie de feuillets sera une série telle qu'en chaque point M de l'espace devra se trouver une double infinité ou une bisérie de feuillets (M D P) ayant tous leur point M commun et faisant partie de la pentasérie.

De même, dans tout plan P de l'espace il y aura une bisérie de feuillets (M D P) ayant tous leur plan P commun et faisant partie de la pentasérie. Mais il ne

faut pas oublier qu'en retournant le plan P sur lui-même, on obtiendra une deuxième bisérie de feuillets faisant aussi partie de la pentasérie donnée.

Comme il y a dans l'espace une tétrasérie de droites, une droite quelconque D portera une infinité (monosérie) de feuillets (M D P) ayant tous en commun la droite D et appartenant à la pentasérie donnée.

Enfin, comme il y a dans l'espace une pentasérie d'éléments fluides (MD), on voit qu'un élément fluide quelconque (M D) portera un seul feuillet (M D P) (ou en tout cas un nombre fini) appartenant à la pentasérie de feuillets donnée.

Ainsi la pentasérie détermine le plan P si l'on se donne le point M et la droite D, et réciproquement elle détermine le point M si l'on se donne la droite D et le plan P, ou encore, elle détermine la droite D si l'on se donne le point M et le plan P.

Une pentasérie de feuillets établit donc sur *toute* droite D de l'espace une correspondance entre les points M de cette droite et les plans P qui passent par cette droite.

Définition : On dira qu'une pentasérie de feuillets est du n^e *ordre*, lorsque cette série contient n feuillets (M D P) ayant en commun un point M et une droite D mais différant par le plan P. De même une pentasérie de feuillets sera de la n^e *classe*, lorsque cette série contient n feuillets (M D P) ayant en commun une droite D et un plan P mais différant par le point M.

Il faut seulement ne pas oublier que les droites D et les plans P sont affectés de signes + ou — et que la droite + D par exemple est une droite distincte de la droite — D. *(A suivre.)*

LA ZONE DES COLS

DANS LA RÉGION DE

LA LENCK ET ADELBODEN

PAR

Ch. SARASIN et L. COLLET

(Suite et fin[1]*,)*

Profil IV. — Un peu au SW., suivant une ligne passant par Nassenberg, Geilsberg et Klein Stängeli, nous retrouvons un profil facilement comparable à celui que nous venons d'étudier, mais présentant avec lui 2 différences importantes. Il semble d'abord qu'au Nassenberg la bande de Malm, qui séparait plus à l'E. le Dogger du Crétacique, n'existe plus ; en tout cas tout le long des pentes raides, qui descendent des crêtes du Hahnenmoos vers l'E., on voit le Crétacique supérieur en superposition directe sur le Dogger, sans aucune intercalation de Malm. Une seconde différence réside dans l'apparition sur le dos du pli II d'un anticlinal déjeté au SE., qui forme au S. de Geilsberg la colline 2083, et que nous appellerons Pli III. Grâce à une déchirure du terrain la coupe de cet anticlinal est très

[1] Voir *Archives*, janvier 1906, t. XXI, p. 56.

nettement visible depuis Geilsberg. Au cœur pointent quelques rochers de corgneules, puis au dessus, formant voûte, viennent les calcaires noirs gréseux et spathiques associés à des lits schisteux du Lias inférieur, qui supportent des grès polygéniques grossiers passant à des conglomérats et devant rentrer dans le Lias moyen. Vers l'E. le pli III est séparé du pli II par un synclinal aigu de grès liasiques, dans lequel s'est établi un joli vallon. Nous voyons donc apparaître ici un nouvel élément tectonique que nous retrouverons bien individualisé plus à l'W.

Après ces quelques préliminaires, nous pouvons aborder l'étude de la ligne même suivie par notre profil IV, qui coïncide presqu'exactement avec la ligne de séparation des 2 versants de la Lenck et d'Adelboden. Ici la richesse des affleurements permet de se rendre compte assez facilement de la tectonique d'ensemble.

La zône de Trias, qui depuis Adelboden constitue d'une façon ininterrompue notre pli IV, passe un peu au dessus et au N. du col du Haanenmoos, et montre toujours un faible plongement au NW. A quelques mètres plus bas, on voit pointer sur l'arête un rocher de brèche calcaire, qui rappelle la brèche calcaire du sommet septentrional du Höchst, et qui nous paraît par sa position ne pouvoir appartenir qu'au Trias supérieur ou à l'Infralias. Au col même apparaissent les schistes noirs toarciens, qui s'enfoncent visiblement au NW. sous le Trias et qui s'appuient du côté du SE. sur le Dogger. Celui-ci constitue, en s'élevant lentement vers le SE., toute l'arête qui s'étend du Haanenmoos au Metschstand et, sur toute cette longueur, il repose sur une zone laminée de Crétacique supérieur, qui repré-

sente le dernier terme du jambage normal du pli III. Nous trouvons ainsi, dans les environs du Haanenmoos, le jambage renversé du pli IV, que nous n'avions encore constaté nulle part ; il faut seulement remarquer que les grès quartzitiques du Lias moyen, qui sont si puissants dans les plis II et III, semblent manquer ici ou être en tout cas très réduits. Cette série renversée subit du reste vers le SE. un laminage toujours plus prononcé, en sorte qu'au Metschstand le Trias recouvre directement le Dogger.

Pour comprendre les relations qui existent entre le pli IV et les 2 plis sous-jacents, il est nécessaire d'étudier en détail le vallon de Geilskummi, creusé entre le Regenbolshorn et le Metschstand d'une part, la colline 2083 m. de l'autre. Nous avons vu déjà que cette hauteur est formée par la voûte des grès charmouthiens du pli III. Sur ces grès se moulent en série normale des argiles toarciennes, du Dogger et du Crétacique supérieur, qui dessinent au fond de la combe de Geilskummi des voûtes concentriques. Ce sont encore les grès quartzitiques qui forment, au NE. du Regenbolshorn, la hauteur 2060 m. et celle-ci, correspondant exactement au sommet du Höchst, fait partie du pli II.

Sur ces 2 plis inférieurs se superpose une masse chevauchante, formée de Trias, de Lias, de Dogger et de Malm, qui constitue le Regensbolshorn, et qui doit être considérée comme la partie frontale du pli IV. De cette masse, le jambage renversé a complètement disparu et il ne reste qu'une série normale très disloquée. En outre un véritable rabottage des plis inférieurs a été effectué pendant le chevauchement, et la nappe supérieure, au lieu de se mouler sur son soubassement en concor-

dance, en a abrasé certaines parties, le recouvrant par places en discordance très marquée. Aussi le Trias, qui sur la crête du Metschsland repose encore sur une série renversée de Dogger, s'appuie-t-il dans la pente E. du sommet 2109 m., avec un plongement au SE., sur la tranche des couches plongeant au NW. du Crétacique supérieur. du Dogger, puis du Toarcien du pli III, rabottant la charnière de celui-ci. Sur ce Trias se superposent directement et en concordance les schistes toarciens, qui affleurent au petit col à l'W. du Regenbolshorn. puis le Dogger, puis le Malm qui constitue le sommet de celui-ci.

Le Jurassique supérieur du Regenbolshorn est replié en un synclinal divisé en 2 par un petit repli secondaire de Dogger et déjeté au SE. ; aussi se relève-t-il vers l'E. et l'on voit réapparaître au-dessous de lui, sur l'arrête, le Dogger et les schistes noirs toarciens; mais, tandis que plus au NW., ce Lias supérieur s'appuyait sur le Trias du pli IV chevauchant sur le jambage normal laminé du pli III, ici les mêmes schistes toarciens recouvrent directement les grès quartzeux charmoutiens du dos du pli II. formant avec ceux-ci une série tout à fait normale.

Dans la direction du Pommerngrat les schistes noirs dessinent une voûte, ils plongent bientôt au SE., puis se recourbent en un genou déjeté de façon à plonger au NW. par dessus un synclinal écrasé de Dogger. Ce dernier, qui se compose de calcaires gréseux micacés remplis d'empreintes de Zoophicos, affleure immédiatement à l'E du. Col de Pommern ; un bon échantillon de *Stephan. Humphriesi* trouvé en place ne laisse aucun doute sur l'attribution statigraphique. Le pli pa-

raît du reste être peu profond, il est étroit, et, après un court trajet dans le Dogger, on retrouve sur l'arête les schistes toarciens. Ceux-ci prennent de nouveau ici la forme d'une voûte, dont un des flancs plonge au NW. sous le synclinal précité, dont l'autre flanc s'enfonce au SE. sous une nouvelle zône de Dogger violemment disloquée, et recouverte directement par le Nummulitique renversé du pli haut-alpin du Fixer-Ammertengrat.

Le contact est ici intéressant à examiner en détail, ce qui peut fort bien se faire en descendant un peu sur le versant N. du Pommerngrat jusque sur les éboulis tombés de l'Ammertengrat. Le Nummulitique haut-alpin comprenant les 3 termes connus, grès à Orbitoïdes, calcaire nummulitique et marnes jaunes, plonge fortement vers la montagne soit vers le SE. et s'appuie sur un coin de grès dur, représentant évidemment une écaille de Nummulitique inférieur. Celle-ci est comme écrasée contre le Dogger préalpin, qui se moule exactement contrela charnière de Nummulitique, plongeant verticalement, ou même au NW. sur l'arrête, puis s'incurvant vers le bas, de façon à s'enfoncer au S.-E. jusque sous les éboulis de l'Ammertengrat. Sous ce Dogger, le Toarcien montre la même inclinaison au SE., mais avant d'atteindre les éboulis, il dessine une splendide charnière dont le jambage renversé disparaît dans le soubassement gazonné du Pommerngrat. Nous avons ici le front d'un pli préalpin, enfoncé en partie sous une charnière du pli haut-alpin, cherchant en partie à déferler par dessus celui-ci en le moulant.

Le profil que nous venons de suivre présente une difficulté, qui peut être résolue de 2 façons différentes.

Nous avons vu que, si l'on aborde le Regenbolshorn de l'E., on s'élève à travers une série qui paraît normale de grès charmoutiens, de schistes toarciens, de Dogger et de Malm, et les grès charmouthiens formant ici comme au Höchst le corps de notre pli II, on serait tenté d'attribuer toute la série du Regenbolshorn au même pli. Mais du côté de l'W. le Malm, le Dogger et le Lias supérieur sont séparés des grès sous-jacents d'abord par une lame de Trias, puis par tout un synclinal laminé de Crétacique supérieur, de Dogger et de Toarcien, et le Trias qui apparaît ici, peut se raccorder, par des lambeaux échelonnés sur le Dogger du Metschsland, avec le Trias du Hahnenmoos, qui constitue notre pli IV. Il faut donc nécessairement envisager la série normale du Regenbolshorn comme ayant fait partie d'une masse chevauchant sur les plis II et III. Reste à savoir maintenant, si l'ensemble des schistes toarciens et du Dogger, qui constituent le Pommerngrat, appartiennent à cette même masse, ou à l'un des plis inférieurs. A première vue on pourrait être tenté d'adopter la première solution, de raccorder le Dogger du col de Pommern avec celui du soubassement du Regenbolshorn, et d'attribuer tous les schistes liasiques sous-jacents au même pli ; dans ce cas ce serait le pli IV dont le front s'enfoncerait sous l'Ammertengrat, tandis que le pli II, représenté par les grès quartzeux de Klein Stängeli, aurait eu tout son jambage normal de Lias supérieur et de Dogger supprimé par rabottage ici comme dans le pied du Regenbolshorn. Cette explication n'est pas impossible mais nous paraît après réflexion peu probable pour les raisons suivantes : d'abord le profil du Pommerngrat rappelle étrange-

ment celui de Wildi (Profil III); or à Wildi c'est le pli II qui s'enfonce sous le front des Hautes Alpes, et le raccord longitudinal du Dogger et du Lias pénétrant sous le pli haut alpin suivant ces deux profils paraît d'autant plus certain, qu'entre les deux régions un éperon, sortant des éboulis du Rothstock, permet de constater une série de Lias et de Dogger absolument concordante. Ensuite l'attribution des schistes noirs et du Dogger du Pommerngrat au pli IV s'accorderait mal avec les profils que nous allons étudier plus à l'W. Enfin la suppression d'une partie considérable du jambage supérieur du pli II, qui s'explique fort bien dans le soubassement du Regenbolshorn, devient de moins en moins probable, à mesure qu'on se rapproche de la charnière frontale, surtout si celle-ci est plongeante.

Nous croyons donc devoir admettre, comme l'explication la plus vraisemblable, que les schistes toarciens et le Dogger du Pommerngrat enveloppent la charnière frontale des grès du Klein Stängeli, comme ceux de Wildi le faisaient pour les grès du Höchst, qu'ils font par conséquent partie de notre pli II. Sur le dos de ce pli chevauche la masse du Regenbolshorn, qui, fonctionnant comme un rabot gigantesque, a supprimé par places la partie supérieure de la série sous-jacente. Le plan de chevauchement, très net au NW. grâce à la superposition discordante du Trias sur le Crétacique supérieur, le Dogger et le Lias, perd sa netteté à l'E. du Regenbolshorn, parce que le Trias y fait défaut, que le Dogger du pli sous-jacent a été enlevé, et qu'ainsi les schistes toarciens du pli IV chevauchent sur les mêmes formations du pli II. La charnière frontale de cette grande nappe supérieure n'est pas conservée

et devait probablement se trouver à une petite distance à l'E. du Regenbolshorn.

Profil IV bis. — Si de l'arrête Regenbolshorn-Pommerngrat nous descendons au SW. dans les pâturages de Wängi et de Pommern, nous retrouvons un profil tout à fait comparable au précédent, dont il diffère surtout par l'abaissement rapide du dos du pli II et l'approfondissement du synclinal qui sépare celui-ci du pli III.

Les pentes qui descendent du point 2109 m. et de l'arête qui en part dans la direction du SW., laissent voir de beaux affleurements de calcaires dolomiques gris, finement cristalins, en bancs assez réguliers; ce Trias plongeant fortement au SE., prolonge le Trias déjà signalé au col à l'W du Regenbolshorn et appartient comme lui à la base du jambage normal chevauchant du pli IV. Au point 2109 m. il repose en discordance sur le Dogger; plus au SW., sur l'arrête, on le voit s'appuyer directement sur des quartzites charmouthiennes, qui plongent comme lui au SE., La zône de contact est marquée par de nombreux plans de glissement très bien visibles dans les quartzites, qui donnent de suite l'idée d'un contact mécanique. Et en effet, comme nous le montrerons à propos du profil V, les quartzites qui supportent ici le Trias du pli IV, appartiennent à la charnière anticlinale du pli III.

Le Trias supporte ici comme au Regenbolshorn une série normale de schistes noirs toarciens, de Dogger et de Malm qui est particulièrement bien visible le long du sentier conduisant du Metschhorn au chalet inférieur de Wängi. Le Malm s'incurve en une charnière synclinale et se relève vers le SE., mais de ce côté on ne

trouve plus au-dessous de lui, ni Dogger, ni Toarcien, ni Trias, et son soubassement est formé directement par des grès quartzeux charmoutiens, qui doivent appartenir non au pli IV, mais au pli II. Ces grès, s'incurvant en une large voûte, forment en effet toute la colline qui sépare le ruisseau de Pommern de celui de Wängi, et ils sont recouverts par le Toarcien et le Dogger du Pommerngrat, par dessous lesquels ils doivent se raccorder sans aucun doute avec les mêmes formations de Klein Stängeli. Nous pouvons donc admettre qu'à Wängi, comme le profil IV bis l'indique, le pli IV, après avoir passé par dessus la charnière du pli III, descend dans le synclinal qui sépare ce dernier du pli II, puis subit un laminage progressif de sa base en remontant sur le dos du pli II, ce qui amène le Malm en superposition directe sur le Lias moyen du pli sous-jacent. Il faut supposer aussi que le même laminage est la cause de l'absence ici du Toarcien et du Dogger, qui devraient normalement recouvrir les grès. Ces deux étages se retrouvent du reste un peu plus à l'E. vers le chalet inférieur du Pommern (1969). Ici on voit les grès charmouthiens du pli II plonger au SE. sous une zône de schistes noirs toarciens et du Dogger fortement disloqué. Sur ce dernier s'appuie un nouveau complexe de schistes noirs, puis, dans le ravin qui longe le pied de l'Ammertengrat, apparaît le Dogger en série assez épaisse. Comme au Pommerngrat, les calcaires médio-jurassiques s'enfoncent au SE. sous le jambage renversé nummulitique du pli haut-alpin de l'Ammertengrat, et, ici de nouveau, on les voit se retourner peu à peu, de façon à dessiner une charnière fermée au S. autour du Toarcien. La principale différence entre ce profil et celui que nous

avons vu plus haut réside dans l'existence d'une zône plongeant au SE. de Dogger entre deux zônes de Toarcien, qui doit indiquer une digitation frontale du reste peu importante du pli.

Profil V. — Le profil suivant, que nous allons examiner, passe par Lavey-Alp et la dépression marécageuse de Brenkenmäder, puis suit le versant occidental du Metschstand, passe un peu au N. du Metschhorn, coupe l'arrête rocheuse qui s'étend au S.-W. du A d'Ammerten-Alp et se dirige enfin sur le soubassement de l'Ammertenhorn. Nous retrouvons ici les plis II, III et IV, avec des relations assez semblables à celles que nous venons de voir ; mais une complication importante intervient par suite de l'apparition, sous le Nummulitique renversé du pli haut-alpin Ammertengrat-Ammertenhorn, d'une lame chevauchante d'Urgonien qui, poussant rapidement son front au N., vient se superposer au pli II préalpin.

A Lavey Alp nous retrouvons la même bande de Trias que nous avions au Hahnenmoos et qui constitue l'amorce de notre pli IV; elle est constituée ici par des calcaires dolomiques, des corgneules et du gypse, mais ne se prête pas à l'établissement d'un profil précis, les affleurements étant toujours partiels et disloqués par des glissements de terrains. Le plongement, très faible au NW. dans l'éperon méridional du Laveygrat, devient brusquement beaucoup plus fort vers les chalets de Lavey Alp. Du reste, il faut considérer le cirque de Laveygrat comme la niche d'arrachement d'un ou de plusieurs grands éboulements, aussi le terrain compris entre Lavey Alp, Bühlberg et Brandegg ne montre-t-il plus un seul affleurement de roche en place, et est-il

couvert par un mélange chaotique de débris de schistes du Flysch, de corgneules et de dolomies triasiques, de grès et de schistes noirs liasiques. Vers le N., cette région éboulée est limitée par les pentes de Seewlen, formées de schistes du Flysch, qu'on suit facilement par Seiten jusqu'à la vallée. Pour retrouver le Trias en place nous avons dû descendre jusque dans le bas du Seitenwald, où il n'affleure du reste pas, mais où sa présence est attestée par une chaîne d'entonnoirs.

Sous le Trias de l'éperon méridional du Laveygrat apparaît au point 1943 m., un gros banc de conglomérat quartzeux, que beaucoup prendraient pour du Flysch, mais qui à notre avis, par sa position et par son analogie absolue avec les conglomérats intercalés dans le Lias moyen, ne peut représenter que le Charmoutien. Plus bas la dépression des Brenkenmäder ne montre aucun affleurement, mais il est logique d'admettre qu'elle s'est creusée dans les schistes tendres du Toarcien, et la présence de nombreux débris de grès liasiques dans les ruisseaux qui y descendent du N., indique que ces grès existent avec une épaisseur notable sous le Trias. Vers le S. cette dépression est limitée par un grand éperon occidental du Metschstand, qui la sépare des pâturages de Metschberg, et qui est formé presqu'entièrement de calcaires gréseux noirs du Dogger, dans lesquels les Belemnites sont fréquentes et dans lesquels nous avons trouvé entre autres un fragment semblant devoir appartenir à *Bel. giganteus*. Ce Dogger plonge au NW., de façon à s'enfoncer au-dessous du Trias de Lavey Alp et du Lias sousjacent ; il ne forme du reste évidemment pas une série simple ; il est en effet divisé en 2 par une zône laminée de cal-

caires lités, gris-clairs, un peu marneux, qui ne peuvent appartenir qu'au Crétacique supérieur et doivent représenter un synclinal horizontal, le même que nous avons trouvé sur le versant oriental du Metschstand et du Hahnenmoos.

Du reste, tandis que le Dogger superposé à cette zône crétacique s'enfonce au NW. sous du Lias et du Trias, le Dogger sous-jacent au Crétacique s'appuie sur une série normale de Lias et de Trias, que nous trouvons dans le fond du grand cirque creusé dans le versant S. du Metschstand par les divers bras du ruisseau de Sumpf. Cette tranchée créée par les eaux nous fournit un des paysages géologiques les plus intéressants de toute la région, en nous permettant de voir d'une façon indubitable la superposition du pli IV sur la charniére frontale du pli III.

En effet le Dogger qui affleure dans le haut des pentes du Metschstand appartient au jambage renversé, non encore laminé ici, du pli IV; le Crétacique supérieur, qui paraît former plutôt un amas lenticulaire qu'une zône continue, marque le synclinal séparant les plis III et IV, quant à la série normale sous-jacente, elle correspond exactement à celle qui affleure dans le soubassement N. du Regenbolshorn, dans le ruisseau de Geilskummi, et représente le dos du pli III. Or le Dogger de cette série s'élève à l'E dans la direction du point 2109 m., où il est chevauché, comme nous l'avons vu à propos du profil précédent, par le Trias du pli IV. Les schistes toarciens et les grès quartzeux s'élèvent dans la même direction, puis, sur l'arrête qui descend du point 2109 m. vers le SW., on peut voir les grès du pli III, recouverts directement par le Trias du pli IV,

s'enfoncer brusquement au S. E., devenir bientôt verticaux et se retourner finalement au NW. en un jambage renversé, de façon à dessiner une charnière anticlinale complète fermée au S. Celle-ci enveloppe de magnifiques charnières concentriques, formées par les bancs successifs de calcaires gréseux et spathiques, qui représentent le Sinémurien et probablement l'Infralias, et dans la partie supérieure desquels nous avons récolté une faune typique du niveau à *Arietites raricostatus*. Enfin au cœur de ce pli de Lias apparaissent les calcaires dolomiques du Trias qui eux aussi sont incurvés en une charnière aigue fermée au S.

Ces calcaires dolomiques, qui forment ainsi un coin enfoncé dans le Lias au N. du Metschshorn, peuvent être suivis de là jusque vers les chalets de Metschberg et, sur tout ce parcours, on les voit s'appuyer, avec un faible plongement au N., sur une série renversée, très réduite en épaisseur, de Lias, supportée elle-même par la grande paroi de Dogger, qui forme le soubassement du Metschhorn et s'étend de là jusqu'au-dessus de Sumpf. Il est donc indubitable que ce Trias, complètement enveloppé du côté du S. par le Lias, forme le cœur d'un pli couché s'amorçant au N., et, par sa position même, celui-ci doit forcément correspondre à l'anticlinal émergeant au S. de Geilsberg, c'est-à-dire à notre pli III. Seulement ici l'anticlinal a pris une ampleur beaucoup plus grande et s'est couché au S. sur un synclinal beaucoup plus accentué. Il ne faut du reste pas, croyons-nous, s'exagérer l'importance de ce recouvrement ; à première vue on pourrait se baser sur l'existence d'une bande de Dogger, qui semble continue depuis le Metschhorn jusqu'à Tannenbühl, un peu au

SE. de la Lenck, pour admettre que le Trias qui revient par dessus doit être en recouvrement anormal sur une largeur d'au moins 5 ou 6 kilomètres ; mais, si l'on étudie de plus près la direction et le plongement du Trias, du Lias et du Dogger renversés des environs du Metschshorn, on arrive à la conviction que la charnière frontale du pli correspondant a dû subir une inflexion brusque de sa direction qui, de NE.-SW. qu'elle était, est devenue E.-W. et même ESE.-WNW. c'est-à-dire presque parallèle à la vallée de la Lenck. Le recul si rapide de ce front de pli est la conséquence d'une réduction brusque de ce dernier, réduction qui est du reste confirmée par le fait, qu'on ne trouve aucun élément correspondant à l'W de la Simme, et qui s'explique très naturellement par le développement, en face des plis préalpins, d'un pli chevauché haut-alpin, qui a dû agir comme un obstacle presque insurmontable.

Au-dessous de la grande paroi de Dogger du Metschhorn les pentes très raides qui descendent vers Oberried et la Scierie du Simmenfall sont entièrement couvertes par les éboulis et les éboulements, et il est impossible d'y retrouver aucune trace certaine de notre pli II. Ce n'est qu'à l'E. de Trogegg, dans le ravin qui descend de Wängi, qu'on retrouve de la roche en place sous forme de corgneules et de calcaires dolomitiques plongeant presque verticalement ; nous retrouvons ici la base de notre pli IV enfoncée dans le synclinal qui sépare les plis II et III comme à Wängi ; mais l'érosion n'y a plus laissé subsister sur le Trias que les schistes noirs du Toarcien, qui apparaissent par places dans le fond du ravin et sur son versant oriental.

Si, après avoir traversé le torrent un peu au NE. de

Trogegg, on gravit les pentes boisées dans la direction du A de Ammerten Alp, on commence par rencontrer des schistes gréseux noirs du Lias supérieur ; ceux-ci ont été complètement disloqués par des glissements de terrain et ne peuvent par suite pas montrer de plongement régulier ; nous les attribuons au pli IV, dont ils sont ici le seul reste visible. Plus haut dans la zône des pâturages et des chalets apparaît, sous forme de débris plutôt que de bancs continus, du Dogger, et enfin l'arête rocheuse qui s'étend au SW du A d'Ammerten Alp est formée par un banc bien reconnaissable d'Urgonien. La position tectonique de ce Dogger et de cet Urgonien ne sont du reste pas difficiles à établir ; en marchant vers le N. on voit en effet que le premier se superpose sur des grès polygéniques alternant avec des lits schisteux, tels qu'on les rencontre à la limite des grès charmouthiens et des marnes toarciennes, et il est facile de se convaincre que nous nous trouvons ici sur la même voûte de Lias, que dessine depuis le Pommerngrat le dos de notre pli II. Ensuite, en descendant de la crête d'Urgonien vers le S., on rencontre de nouveau les calcaires gréseux micacés du Dogger, plongeant cette fois nettement au SE., d'abord faiblement, puis toujours plus fortement. L'Urgonien de la crête leur est visiblement superposé, il se moule sur eux et s'amorce dans le bas de la vallée de l'Ammertenbach par une paroi ininterrompue.

Dans ce profil nous trouvons donc le jambage normal du pli II incurvé en une large voûte et au-dessus de lui un placage chevauchant d'Urgonien haut-alpin venu incontestablement du S. Quant au pli IV, qui était représenté au N. du ravin de Wängi par le Trias affleurant

à l'E. de Trogegg, nous ne pouvons lui attribuer au S. de ce ravin que le Lias du bas de la pente ; il est enfoncé entre la charnière anticlinale du pli III et le dos arrondi du pli II et il ne s'avançait peut-être pas au-delà du front opposé du pli-faille d'Urgonien ; mais, s'il le dépassait, il devait sans aucun doute, d'après ce que nous verrons plus loin, déferler au-dessus de lui. Nous aurions ainsi un pli haut-alpin ayant poussé dans la direction du NW entre 2 plis préalpins couchés en sens inverse.

La lame d'Urgonien couchée au NW. que nous trouvons ici constitue un élément nouveau, un pli inférieur, se développant assez brusquement au-dessous du grand anticlinal déjeté que nous avons suivi depuis le Mittaghorn, par le Fixer et l'Ammertengrat, jusqu'à l'Ammertenstock ; elle est séparée de l'Urgonien renversé de la paroi de l'Ammerstenstock par un large synclinal de Nummulitique. Vers l'E. elle a été en grande partie supprimée par l'érosion et ce qui en reste est caché soit sous les éboulis, soit sous une moraine épaisse, qui suit la rive droite de l'Ammertenbach. Nous croyons pourtant en avoir découvert le prolongement, du reste déjà très réduit vers la sortie de l'Ammertenbach du territoire haut-alpin ; en effet au N. du ravin on peut voir le Nummulitique sous-jacent à la principale paroi d'Urgonien dessiner un grand lacet en S et l'Urgonien s'élever au milieu de lui en un vaste coin anticlinal couché au NW. et amorcé dans le bas de la pente. Ce pli d'apparence relativement modeste représente pour nous le premier signe d'un chevauchement, qui prend déjà une grande ampleur entre Ammertenalp et Stalden et qui se développe bien davantage encore dans la chaîne de l'Ober Laubhorn.

Profil VI. — La tranchée transversale, créée par la Simme entre la vallée encaissée de Rätzliberg et la Scierie d'Oberried, nous donne, un peu à l'W. de la ligne suivie dans le paragraphe précédent, un aperçu fort utile sur les relations entre les plis haut-alpins et préalpins.

La vallée longitudinale de Rätzliberg est en grande partie creusée dans le synclinal nummulitique sous-jacent au grand pli de l'Ammertenhorn ; elle est du reste complètement tapissée par les produits de la désagrégation des parois qui la dominent, plus ou moins remaniés par les eaux abondantes qui y circulent. Au confluent de la Simme et de l'Ammertenbach apparaît une barre importante d'Urgonien plongeant au SE., et il est facile de se convaincre que celle-ci se continue d'une part sur la rive droite, où elle dessine une large voûte au-dessus de Stalden, d'autre part sur la rive gauche où elle forme symétriquement la chaîne du Laubhorn. Le soubassement de cet Urgonien, bien visible sur le sentier qui descend du Rätzliberg, comprend d'abord des alternances de calcaires gréseux noirs et de marnes schisteuses foncées, dans lesquels nous n'avons pas trouvé de fossiles, mais qui nous semblent devoir appartenir à l'Hauterivien ; puis ces dépôts s'appuient à leur tour sur une série de formations nummulitiques, dans lesquelles on distingue de haut en bas : 1° des schistes jaunâtres marneux et gréseux par places (schistes de Leimern), 2° des grès brunâtres contenant des Orbitoïdes, 3° les calcaires nummulitiques typiques à Lithothamnium et petites nummulites. Ces calcaires, qui plongent au SE. dans la région de Birg, s'inclinent au contraire au N. vers la scierie d'Ober-

ried, dessinant une voûte au-dessous de la voûte urgonienne.

Nous avons donc ici le chevauchement sur un pli haut-alpin inférieur de la même lame urgonienne, que nous avions vue plus à l'E. recouvrir le front du pli II préalpin. La charnière de ce dernier existe peut-être encore sous les éboulis dans les pentes au N. de Stalden, mais en tous cas elle s'est retirée notablement au N. : ce retrait semble logiquement être une réaction sur le pli préalpin du développement brusque vers l'W. de la lame, chevauchant en sens opposé, de l'Urgonien haut-alpin ; il explique d'autre part le contraste qui se manifeste dans l'allure de la voûte nummulitique de la Scierie et de la nappe urgonienne superposée. En effet, tandis que le dos de l'Urgonien s'abaisse longitudinalement entre l'A d'Ammerten Alp et la vallée de Stalden, la voûte nummulique de la Scierie subit au contraire un abaissement rapide de l'W. à l'E. l'espace occupé vers l'E. entre les 2 plis haut-alpins par le pli préalpin II est supprimé par le retrait du front de ce dernier.

Malheureusement les pentes qui dominent à l'E. la vallée de Stalden et la Scierie sont couvertes dans toute la partie inférieure par des matériaux éboulés et tout le bas du ravin de Wängi est entièrement encombré de blocs et de débris tombés des 2 versants, d'énormes paquets d'Urgonien, qui apparaissent dans ce ravin, ne sont à notre avis certainement pas en place. Ce n'est qu'au niveau de 1260 m. un peu au-dessous de l'extrémité N. de la lame chevauchante d'Urgonien que nous avons pu relever un profil partiel qui comprend de bas en haut : 1° des calcaires noirs alternant avec des zônes gréseuses et marneuses, que nous attribuons

au Nummulitique et qui représentent probablement un lambeau de jambage renversé, 2° des calcaires schisteux, gris-foncés, micacés de l'Hauterivien, très peu épais, 3° de l'Urgonien. Le tout plonge faiblement au SE.

Par contre le chevauchement de l'Hauterivien et de l'Urgonien sur la voûte nummulitique peut s'observer d'une façon particulièrement claire en traversant directement de Räzliberg sur Käliberg et Oberried. Le petit col qui sert de passage est coupé dans des calcaires marneux très probablement hauteriviens, qui sont surmontés à l'E. et à l'W. par la grande masse de calcaire urgonien qui forme la crête du Laubhorn. Puis, directement au pied de la paroi urgonienne du versant N. du Laubhorn, on trouve les grès et les calcaires nummulitiques fossilifères, s'enfonçant au SE. sous la lame chevauchante. Enfin entre le Laubhorn et l'Oberried on voit les calcaires nummulitiques constituer une voûte déjà beaucoup plus élevée qu'à la Scierie et plonger ensuite presque verticalement au N. Ici encore nous ne retrouvons aucune trace du pli préalpin II, qui, s'il a une fois recouvert le jambage N. de la voûte nummulitique a été supprimé par l'érosion.

Nous venons de voir que dans la région de la Haute Simme la zône de contact entre Préalpes et Hautes Alpes se modifie d'une façon très importante par suite du développement brusque de 2 plis haut-alpins, l'un prenant la forme d'une sorte d'écaille chevauchante, l'autre celle d'une large voûte normale. Cette apparition a eu comme contre-coup la réduction notable du pli préalpin le plus inférieur que nous retrouvions ici, notre pli II. Voyons maintenant par l'étude du flanc

oriental de la vallée de la Lenck ce que deviennent ici les plis préalpins.

Nous avons étudié dans un chapitre précédent la charnière frontale du pli III au N. du Metschhorn et nous avons vu que le front de cet anticlinal couché semble s'incurver en arc de cercle dans la région même du Metschhorn, de façon à passer d'une direction NE.-SW. à une direction E.-W. Le Trias, qui forme le cœur de ce pli, se suit dans la direction du NW jusqu'aux chalets de Metschberg, il est encadré entre une zône normale et une zône renversée, toutes deux très peu épaisses de grès siliceux et de schistes argileux noirs du Lias ; puis au-dessus se développe l'épais complexe de Dogger du Metschsstand avec son synclinal inclus de Crétacique supérieur, tandis qu'au-dessous réapparaît le Dogger évidemment renversé, qui forme paroi depuis le Metschhorn jusqu'au-dessus de Sumpf, en plongeant faiblement au N. Nous trouvons donc dans la région du Metschberg un profil complet a travers les 2 jambages de notre pli III, qui conserve la forme d'un pli couché presque horizontalement, mais qui, croyons nous, fait front maintenant non plus au SE., mais au S. ou même au SSW.

Quant à notre pli II, qui prenait un si grand développement plus à l'E., il doit certainement exister encore ici au-dessous du pli III, mais on n'en retrouve aucun reste incontestable. Peut-être doit-on lui attribuer les rochers de Dogger, qui émergent des pentes gazonnées au-dessous de Lauenen, de Sumpfegg et de Sumpf et forment même une paroi assez continue ; mais la dislocation intense que montrent ces calcaires et le fait qu'ils paraissent partout comme englobés dans des ter-

rains éboulés, rendent cette manière de voir douteuse, et permettent de supposer que cette zône inférieure discontinue et irrégulière de Dogger représente peut-être simplement des têtes de couches détachées de la paroi supérieure et ayant glissé lentement sur la pente par suite du tassement de leur soubassement. Cette idée aurait l'avantage d'expliquer très naturellement le cours anormal du ruisseau de Sumpfegg qui, après avoir traversé la grande paroi de Dogger suivant la ligne de plus grande pente, est brusquement rejeté sur la droite et contourne ainsi la paroi inférieure.

Entre Metschberg et Sumpf d'une part, Schattigberg et Metsch de l'autre, s'étend une zône de glissement évidente ; la grande paroi de Dogger y est coupée brusquement, on n'y trouve aucun affleurement de roche en place et le sol est jonché de blocs de diverses provenances ; la surface est irrégulièrement mamelonnée et dans le haut de la pente la niche d'arrachement est encore clairement visible. Cette zône de glissement, qui cache tout le corps du pli III à l'exception du Dogger normal du jambage supérieur que nous pouvons suivre dans l'éperon occidental du Metschstand, est d'autant plus regrettable qu'elle coïncide évidemment avec une modification importante dans l'allure du pli. En effet la coupe qui s'observe dans le ravin du Metschbach est fort différente de celle que nous avons vue plus au S. (Voir profil IV *bis*.)

Vers le bas du ravin du Metschbach affleurent sur la rive gauche de gros rochers de calcaires noirs et de lits marneux plongeant au SW, qui s'appuient sur des schistes noirs toarciens plongeant de même et formant la rive droite. En remontant le ravin on voit,

avant d'atteindre le sentier qui mène de la Lenck à Metsch, le Dogger traverser le ruisseau et former les deux rives, et depuis là on chemine constamment dans le Dogger, dont le plongement général reste au S., mais qui présente des dislocations intenses provenant en partie de plissements tectoniques, en partie de glissements déterminés par la pente. Ce n'est qu'au-dessus de Metschwald que le Dogger cesse, et qu'on voit apparaître au-dessous de lui les schistes noirs et les grès charmouthiens, qui affleurent près de Schattigbeg. Le plongement s'adoucit ici assez brusquement et cette série liasique est recouverte normalement par le Dogger de l'éperon occidental du Metschstand qui s'abaisse lentement vers l'W. Nous avons donc dans la région du Metchsbach un placage fortement disloqué de Dogger recouvrant du Lias, interrompu seulement dans la région de Schattigberg et plongeant faiblement dans le haut, toujours plus fortement dans le bas. Mais la série liasique qui supporte ce Dogger n'est pas une série normale simple, car, au milieu des schistes toarciens qui forment le bas de la pente au N. du Metschbach, on voit pointer, avec un plongement au SE., un banc de grès du Lias moyen, et plus au N., dans le prolongement de ces grès, on rencontre de gros affleurements de corgneules triasiques ; enfin dans le ravin de Seitenwald on traverse de bas en haut : 1° du Dogger fortement disloqué et plongeant au SW, 2° une zône de corgneules et de schistes verdâtres, du Trias, 3° une zône peu épaisse de schistes toarciens, 4° un complèxe très puissant de Dogger, qui affleure dans tout le haut du ravin. Après une région de pâturages sans affleurements, le Dogger, réapparaît sur le versant W.

d'une petite crête entre Brandegg et Bühlberg ; ici il plonge très faiblement au S. ; il est recouvert par une zône intensément laminée de calcaires gris du Crétacique supérieur, sur laquelle vient chevaucher un nouveau complèxe de Dogger.

Les relations qui se montrent ainsi entre le Trias, le Lias, le Dogger et le Crétacique supérieur dans la région séparant Metsch de Bühlberg et Brandegg, sont exposées dans notre profil VI *bis*, et nous paraissent ne pouvoir s'expliquer que par l'hypothèse d'une tête de pli anticlinal plongeant au SSW. Par sa position ce pli ne peut être que le prolongement de notre pli III, dont le dos s'est abaissé longitudinalement vers l'W. et dont le front a culbuté, très probablement par suite du retrait brusque du pli II sous-jacent ; celui-ci n'apparait nulle part en surface. Quant au Crétacique pincé entre les 2 zônes de Dogger près de Bühlberg, il représente pour nous sans aucun doute le même synclinal laminé qui, sur les 2 versants du Metschswand, séparait le Dogger normal du pli III et le Dogger renversé du pli IV. Nous avons été confirmés dans cette manière de voir par la découverte sur le chemin de Brandegg à Bühlberg de schistes noirs toarciens, tandis qu'au N. de Brandegg la colline du Seitenwald est formée de grès charmouthiens, et qu'au pied de cette colline se trouve du Trias ; cette série d'affleurements correspond au jambage renversé plongeant au N. du pli IV.

Nous avons indiqué précédemment que nous considérions toute la région comprise entre le haut Metschbach, Bühlberg et la zône triasique de Lavey Alp comme constituée par des terrains glissés. A Bühlberg même pointent des bancs de calcaires dolomitiques

fortement redressés et dirigés à peu près N-S., qui sont en grande partie transformés en calcite secondaire et prennent un aspect bréchiforme très accentué. Cette dislocation intense vient à l'appui de l'idée que les calcaires de Bühlberg font partie d'un paquet détaché de la zône triasique de Lavey Alp et glissé jusque là. Plus haut sur le chemin du Hahnenmoos on retrouve des corgueules et des calcaires dolomitiques en bancs assez réguliers que nous regardons aussi comme des paquets descendus lentement sur la pente.

Profil VII. — Il ne nous reste plus, pour compléter cet aperçu géologique sur les environs de la Lenck, qu'à examiner la structure de la chaîne de l'Ober Laubhorn. M. Quereau a donné, dans la publication dont nous avons parlé plus haut, un profil à travers cette chaîne, qui montre avec justesse le recouvrement des plis extérieurs des Hautes Alpes par une nappe de terrains préalpins mais qui, ne tenant pas compte de complications pourtant bien visibles, doit être considérablement modifié.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que, au S. d'Oberried, le versant occidental de la vallée de la Simme est constitué par une grande voûte de Nummulitique, dont le jambage S. est recouvert par un chevauchement d'Hauterivien, très réduit et laminé, et d'Urgonien développé en un épais complèxe de calcaire massif, qui forme le sommet du Laubhorn. Or, après une courte interruption, l'Urgonien de ce pli chevauchant reparaît à l'W. du Laubhorn et forme une paroi, qui passe sous le petit hameau de Langer, puis sous le chalet d'Ober Laub, et se continue, en s'abaissant lentement vers le N., jusqu'au-dessus d'Oberried. Dans les

environs de Langer on voit affleurer des schistes et calcaires noirs fortement disloqués, dans lesquels nous avons constaté la présence de Nummulites.

Cette série chevauchante est incontestablement la même que nous avons trouvée pour la première fois à l'W. d'Ammerten Alp, mais elle prend ici beaucoup plus d'ampleur. Elle se moule sur la voûte sous-jacente, plongeant fortement au S. entre Langer et Räzliberg, plongeant au N. entre Langer et Bühlersweid. Puis elle est recouverte à son tour par une nappe de terrains préalpins ; directement au-dessus de Langer vers l'W. on trouve un complèxe de grès polygéniques, tantôt grossiers et très riches en quartz, tantôt plus fins et prenant l'aspect de calcaires gréseux micacés alternant avec de minces lits schisteux. Ces couches plongent au SE. comme le Nummulitique sous-jacent, et semblent remplir tout l'espace qui sépare celui-ci du Nummulitique renversé du soubassement du Laufbodenhorn. Quant à leur âge la première idée qui nous est venue a été de les attribuer au Flysch, mais après que nous avons constaté partout dans cette région de la zône des cols l'absence de grès semblables à ce niveau, et que d'autre part nous avons trouvé dans le Lias moyen des formations identiques, nous nous sommes décidés à les classer dans le Lias, quoique nous n'y ayons pas découvert de fossiles.

Au NW de Langer la partie supérieure du Nummulitique disparaît sous une zône de terrains éboulés, puis un peu au-dessus, affleurent des corgneules, qui forment ici un banc épais. Près de Langer celui-ci plonge au NW et s'appuie nettement sur les grès liasiques précités, ensuite vers le N. il devient horizontal, puis

il se relève de façon à plonger au SE. dans l'arête du Langenberg au N. de l'Ober Laubhorn, où il se trouve de nouveau en superposition sur les mêmes grès liasiques. Ce faux synclinal de Trias, chevauchant sur une nappe d'Urgonien et de Nummnlitique, supporte une série puissante de Lias, qui forme tout le sommet de l'Ober Laubhorn. A la base de ce Lias apparaît un gros banc de grès grossiers polygéniques, puis ces couches passent à des grès calcaréo-siliceux à Bélemnites ; plusieurs replis secondaires donnent du reste à l'ensemble de ces formations une épaisseur exagérée.

Examinons maintenant le versant occidental de la même chaîne, qui descend vers la vallée d'Iffigen et de Poeschenried. Le tronçon supérieur longitudinal de cette vallée est séparé de la région de Poeschenried par une cluse très pittoresque, dans laquelle l'Iffigenbach coupe une voûte déjetée au N. d'Hauterivien fossilifère avec Toxaster complanatus, Rhynchonella multiformis, etc., d'Urgonien et de Nummulitique; la cascade de l'Iffigenfall se trouve exactement sur le jambage N. vertical de cet anticlinal.

Si, après avoir remonté la vallée au travers de cette cluse, on s'élève ensuite à l'E. dans la direction de Ritzberg, on commence par traverser le jambage S. d'Urgonien de la voûte précitée, puis on entre dans une zône de grès nummulitiques, qui en forme le revêtement normal. Mais au-dessus de ces grès on retrouve une épaisseur considérable d'Urgonien, qui affleure dans le haut de la pente à l'W. de Ritzberg et qui forme une bande à peu près continue plongeant faiblement au SE. et allant s'enfoncer dans le pied du Rothhorn. Dans les environs immédiats des chalets de Ritz-

berg on voit cette bande supérieure d'Urgonien s'incurver en forme de large voûte, moulant ainsi la surface du pli sous-jacent, et se recouvrir de grès nummulitiques et de calcaires remplis de petites nummulites. Enfin sur ces derniers viennent s'appuyer les mêmes grès polygéniques que nous avons trouvés sur le Nummulitique à Langer et que nous avons attribués au Lias inférieur. Ils forment tout le col de Matten entre Ritzberg et Langer et montrent eux aussi un plongement anticlinal, s'enfonçant d'une part au N. sous le Trias de l'Ober Laubhorn, de l'autre sous le Nummulitique renversé de la chaîne Laufbodenhorn-Rothhorn.

Nous retrouvons donc sur le versant de la vallée d'Iffigen un profil tout semblable à celui du versant de la vallée d'Oberried-Stalden qui comprend : 1° une voûte inférieure, déjetée au N., des terrains haut-alpins, 2° sur cette voûte une lame chevauchante d'Urgonien et de Nummulitique qui s'amorce au S., 3° une nappe de Lias et de Trias préalpins qui doit avoir sa racine au N., 4° le grand pli déjeté haut-alpin du Laufbodenhorn, qui se déverse au N. par dessus le front de la nappe préalpine. Le recouvrement du Nummulitique haut-alpin par les grès liasiques préalpins et la superposition du Trias sur ces derniers sont particulièrement bien visibles entre Ritzberg et l'Ober Laubhorn ; à l'W. de Ritzberg il semble que le Lias préalpin soit par places en recouvrement direct sur l'Urgonien, le Nummulitique ayant été rabotté pendant le chevauchement.

Il y aurait un intérêt très particulier à pouvoir suivre ces divers éléments tectoniques dans la direction du N. Malheureusement les pentes qui dominent à l'E. la

vallée de Pöschenried sont couvertes par un épais manteau d'éboulis, qui masque partout la roche en place ; ce n'est que près de la crête qu'on peut voir le Lias et le Trias se développer en un faux synclinal, et dans le fond de la vallée qu'on trouve, près de Schwand, de grands affleurements de calcaires nummulitiques, dessinant devant l'anticlinal de Iffigenfall une large voûte subaissée, et recouverts par des schistes calcaires qui doivent représenter le passage au Flysch. Ces 2 observations suffisent du reste pour démontrer le recouvrement des terrains haut-alpins par les terrains préalpins; de plus nous considérons comme certain que la nappe chevauchante urgonienne de Ritzberg doit se continuer sous le Trias de l'Ober Laubhorn ici comme sur le versant oriental de la chaîne, d'autant plus que, dans le versant NW du Langenberg, près de Schwandweid, on voit pointer de nouveau un banc puissant d'Urgonien plongeant au S. L'Urgonien supérieur de Ritzberg, celui du Laubhorn, de Langer et Ober Laub et celui de Schwandweid font partie d'une seule et même nappe, chevauchant sur des plis haut-alpins et chevauchée par le Trias et le Lias préalpins ; cette nappe n'existait pas dans la région du Pommerngrat, elle apparaît pour la première fois à l'E. d'Ammerten Alp, et le développement qu'elle prend brusquement vers l'W. a réagi sur la forme des plis préalpins couchés en sens inverse, en entravant plus ou moins complètement la formation des plis inférieurs (I, II, III). L'effort tangentiel agissant dans la bordure des Préalpes s'est ainsi concentré sur le pli IV, qui a pris une importance particulièrement grande et a déferlé en chevauchement par dessus la nappe haut-alpine.

La partie N de la chaîne Ober Laubhorn-Langenberg ne montre pour ainsi dire pas d'affleurements; l'arête du Langenberg et de Trogegg paraît être entièrement formée de grès polygéniques du Lias, dans la partie supérieure desquels s'intercalent des lits de schistes gréseux noirs. L'épaisseur de ces grès doit être ici très grande et augmentée par des dislocations secondaires, mais il n'est pas possible de l'apprécier exactement à cause des nombreux glissements de terrains qui se sont produits. Ce Lias doit appartenir au jambage renversé du pli IV et au-dessous de lui nous n'avons découvert aucun indice d'un pli préalpin inférieur.

Il ne nous reste plus maintenant, pour compléter le tableau que nous désirions exposer, qu'à dire quelques mots des environs immédiats de la Lenck à l'E. de la Simme. La tranchée formée par les 2 ruisseaux qui aboutissent à la vallée un peu au N. du village marque la limite entre la zône des Cols et la zône du Niesen ; sur son versant septentrional on voit affleurer avec un plongement au N. les schistes marno-calcaires du Flysch. Tout le fond en est encombré par un amas désordonné de terrains glissés, mélange de Flysch, de Trias et de Lias. Mais, au pied de la colline du Seitenwald, une chaîne d'entonnoirs indique la présence du Trias, et cette colline elle-même est en grès quartzeux du Lias moyen ; nous avons donc ici la série renversée de notre pli IV. Vers le S. les environs de Brand ne nous ont montré aucun affleurement de roche en place; il paraît du reste probable que nous devons avoir ici du Dogger, prolongement de celui que nous avons constaté au-dessous de Bühlberg. Puis entre Brand et Halten apparaît au milieu d'un petit bois une paroi de calcaire

compact gris du Malm, qui se continue, en s'élevant légèrement vers le S., jusqu'au chemin qui mène de la Lenck à Metsch. Là le plongement change très brusquement et bientôt le Malm tombe avec un angle de 45° environ dans la direction du S., cette charnière déjetée au S. enveloppant visiblement des calcaires noirs gréseux du Dogger. Il y a sans doute ici une tête d'anticlinal déjeté ou même couché au S., et, comme ce pli paraît devoir être sous-jacent au Dogger, au Lias et au Trias qui affleurent dans les pentes plus haut vers l'E. et qui appartiennent à notre pli III, nous pouvons avec vraisemblance attribuer la charnière de Malm de Halten au pli II considérablement réduit; dans ce cas tout le corps du pli III doit être intercalé entre ce Malm et les grès liasiques du Seitenwald dans la région de Brand.

Chose curieuse, le jambage S. et la charnière de Malm de Halten paraissent être couverts par un placage de grès nummulitiques. En effet, au-dessus de Stein, on voit les calcaires suprajurassiques s'enfoncer sous des gazons, desquels sortent, sous forme de blocs plutôt que de bancs réguliers, des grès quartzeux remplis par place d'empreintes de Nummulites et d'Orbitoïdes, qui ressemblent exactement aux grès nummulitiques qui recouvrent l'Urgonien des Hautes Alpes. La présence exclusive de ces couches sur la pente écarte l'idée d'une provenance erratique et l'hypothèse d'un éboulement n'est guère possible; il semble donc certain que ces grès sont en place et il ne reste plus qu'à se demander si leur superposition sur le Malm est statigraphique ou tectonique. Si la première hypothèse se confirmait, elle aurait le plus grand intérêt, puisque la présence

du Nummulitique dans une série de terrains préalpins constiturait un passage latéral par la zône des Cols du faciès haut-alpin au faciès préalpin au moins pour l'Eocène. En faveur de la seconde alternative on pourrait invoquer la présence, à une petite distance au S. du Malm de Halten, d'une voûte surbaissée de calcaires nummulitiques, qui donne naissance à 2 îlots émergeant de la plaine d'alluvion, l'un à Stein, l'autre plus important vers l'Armenspital. Cette voûte a une direction E-W. et montre un plongement longitudinal à l'E.; il serait possible qu'une partie des sédiments qui la composaient aient déferlé au N. sur la tête du pli de Malm; mais cette explication paraît peu probable, d'abord parce que l'allure très tranquille du calcaire nummulitique ne paraît pas devoir comporter une complication tectonique de ce genre, ensuite parce que les grès à Orbitoïdes sont normalement sous-jacents au calcaire nummulitique et que la série éocène apparaissant à l'Armenspital et à Stein doit être normale; or à Stein cette série plonge au NE., par conséquent sous le Malm. Nous considérons donc comme probable que les calcaires nummulitiques de l'Armenspital et Stein représentent une voûte normale de terrain haut-alpin sous-jacente aux plis préalpins et que la charnière de Malm à Halten, avec le placage de grès à Orbitoïdes qui la recouvre, correspond à la tête d'un pli préalpin (pli II) déversé par dessus cette voûte au S. Peut-être l'étude détaillée du versant occidental de la vallée permettra-t-elle de trancher cette question, que nous ne regardons pas comme absolument résolue.

CONCLUSIONS

Les observations que nous avons pu faire, et que nous avons dû rapporter ci-dessus très en détails, nous permettent de tirer un certain nombre de conclusions concernant la géologie de la zône des Cols.

D'abord au point de vue stratigraphique nous avons pu établir sur des bases paléontologiques et avec une exactitude satisfaisante les caractères de la série triasique-crétacique de cette région des Préalpes; nous y avons constaté l'absence pour ainsi dire complète de dépôts du Flysch et la très forte prédominance des formations du Lias et du Dogger ; enfin nous avons reconnu comme appartenant au Lias moyen des grès quartzeux, qu'Icher classait, il est vrai, déjà dans le Lias, mais qui ont certainement été confondus ailleurs avec le Flysch. La série stratigraphique, telle que nous l'avons caractérisée, présente de nombreux points communs avec celle que M. Lugeon a décrite des environs de Louèche.

Au point de vue tectonique nous avons établi l'existence entre la vallée de la Lenck et celle d'Adelboden de 4 plis préalpins, couchés et superposés, que nous avons numérotés de bas en haut I, II, III et IV. Le pli I n'est visible que dans le soubassement E. de la chaîne du Höchst et dans le cirque de Ludnung, entre celle-ci et le Bütschiberg ; le pli II forme la chaîne du Höchst, prend son plus grand développement sur la ligne du Regenbolshorn et du Pommerngrat, s'étend ensuite sur la région d'Ammerten Alp, puis disparaît. Du côté du SE. ce pli s'enfonce d'abord sous le grand

anticlinal déjeté haut-alpin du Mittaghorn-Fixer-Ammertenhorn, puis sous une écaille d'Urgonien et de Nummulitique haut-alpin, qui se développe au-dessous de celui-ci ; du côté NW il s'enfonce d'autre part sous les plis III et IV prenant ainsi la forme d'une fausse voûte largement arrondie.

Le pli III n'existe pas dans la région d'Adelboden, il apparaît plus à l'W. près de Geilsberg sous la forme d'une voûte déjetée au SE. de Trias et de Lias, puis, après avoir disparu momentanément sous le pli IV au Regenbolshorn, il se montre de nouveau dans la région du Metschhorn et on peut le suivre de là, sur le versant oriental de la vallée de la Simme, jusque tout près de la Lenck.

Le pli IV est le plus constant de tous et est représenté d'Adelboden à la Lenck par une zône plongeant au NW. de corgneules, de calcaires dolomitiques et de gypse triasiques; la série normale jurassique de ce pli écaillé semble manquer dans toute sa partie N. et le Trias est recouvert directement par des terrains attribués au Flysch ; la série renversée est réduite entre Adelboden et le col du Haanenmoos à des lambeaux laminés de Malm et de Crétacique, tandis qu'à partir du Haanenmoos elle comprend du Lias et du Dogger. Ce pli a sans aucun doute recouvert sur une grande étendue les plis II et III, car on en retrouve des lambeaux chevauchants au Regenbolshorn, à Wängi et au SE. du Metschhorn ; il semble avoir eu son maximum d'extension dans la chaîne de l'Ober Laubhorn, où il se superpose à la même lame haut-alpine d'Urgonien et de Nummulitique, que nous avons vue recouvrir plus à l'W. le pli III.

Ces plis de la zône des Cols peuvent à première vue être interprétés, et l'ont été, de 2 façons diamétralement opposées. Ils peuvent être considérés comme venus du S. par dessus les plis haut-alpins, et s'enfonçant au NW. dans une zône de Flysch sous-jacente aux Préalpes médianes ; c'est l'opinion soutenue par M. Schardt et M. Lugeon, à laquelle M. Roessinger s'est rallié dans son étude des environs de Lauenen, il est vrai avec beaucoup de réserve. Mais on peut aussi admettre que ces plis sont enracinés au NW sous la zône de Flysch du Niesen, et sont couchés au SE contre le front des Hautes Alpes; c'est la manière de voir, démodée aujourd'hui, des anciens auteurs, dont le dernier champion a été M. Haug, mais dont il reste en somme à démontrer le non fondé. Voyons comment nos observations s'accordent avec ces 2 hypothèses.

Une première catégorie de faits devront être envisagés, ce sont ceux qui se rapportent à l'orientation des charnières visibles des différents plis. A ce point de vue le pli I ne nous fournit aucun renseignement; le pli II par contre se prête à diverses observations intéressantes ; ainsi d'abord le sommet du Höchst est formé par une charnière anticlinale, fermée au SE., du Lias moyen reposant sur du Lias supérieur ; ensuite au Pommerngrat on voit le Dogger dessiner autour du Toarcien une charnière plongeante et fermée au SE. Le pli III, qui apparaît au Geilsberg comme un repli sur le dos du pli II, y prend la forme d'une voûte fermée de Lias, simplement déjetée au SE. ; dans la région du Metschhorn cet anticlinal s'est couché, et montre une superbe charnière de Trias et de Lias inférieur fermée au S. ; or le pli III dans toute cette région était

couvert par le pli IV, ce qui ajoute encore à l'intérêt de ces charnières. La grande nappe supérieure, qui s'étendait depuis la région de la Lenck, par dessus les plis II et III jusqu'au Pommerngrat et à l'Ober Laubhorn, ne présente pas de charnière anticlinale visible, mais au Regenbolshorn nous en trouvons un repli synclina déjeté, dont la charnière se ferme au NW.

Ainsi le front des plis II et III est visiblement tourné au SE. et, étant donné l'homogénéité tectonique de la zône des Cols dans ce secteur, cette constatation nous conduit à admettre que les 4 plis considérés sont couchés dans cette même direction et s'enracinent par conséquent au NW.

Pour justifier l'idée de plis plongeants venus du S., il faudrait transformer tous nos anticlinaux en synclinaux, et pour cela supposer qu'il n'existe dans la région étudiée que des séries renversées, ce qui est évidemment inadmissible.

Le second point essentiel à fixer, pour trancher la nature tectonique de la zône des Cols, réside dans la présence ou l'absence d'un bord radical à nos différents plis; or comme nous l'avons vu, le pli IV ne montre plus de charnière frontale fermée au S. et l'on pourrait admettre que la bordure méridionale de cette nappe, déterminée par l'érosion, est de fait un bord radical, mais pour les plis inférieurs cette manière de voir est inapplicable.

En troisième lieu il faut remarquer qu'à l'exception du pli IV, dont, soit la série normale, soit la série renversée sont le plus souvent incomplètes, les plis étudiés possèdent toujours un jambage renversé complet, ou presque complet; nous n'avons ici en aucune

façon une structure imbriquée avec chevauchements répétés, et ce fait ne peut guère se concilier avec la notion d'un charriage lointain, tandis qu'il concorde parfaitement avec celle de plis locaux. Le pli IV lui-même dans la région du Haanenmoos et du Regenbolshorn ne montre la suppression totale de son jambage renversé que dans sa partie SE., tandis que du côté du NW,, soit de la charnière synclinale sous-jacente supposée, ce jambage reparaît de plus en plus complet.

Un examen impartial de nos observations nous amène ainsi à considérer, comme seule explication possible, l'existence de 4 plis couchés au SE., se superposant du S. au N. et s'amorçant au NW. sous la zône du Niesen. Nous savons d'autre part, grâce à la tranchée creusée par la Simme entre le pied de l'Ammertenhorn et la Lenck, que ces plis se superposent à des formations infracrétaciques et tertiaires plissées elles-mêmes, appartenant au faciès haut-alpin. L'on distingue du N. au S. dans la région du Simmenthal : 1° une voûte surbaissée de Nummulitique haut-halpin dont le sommet seul émerge dans les environs de l'Armenspital et de Stein et à la Seefluh immédiatement au S. de la Lenck; 2° une voute très large de Nummulitique, qui apparaît dans la vallée de Poeschenried au pied de l'Ober Laubhorn, mais ne perce plus dans la vallée de la Simme ; 3° l'anticlinal beaucoup plus important qui forme vers l'W. la chaîne de l'Iffigenhorn, puis est coupé par la cluse de l'Iffigenfall, disparait momentanément sous les formations préalpines du col de Matten et se montre pour la dernière fois au S. d'Oberried ; il est nettement déjeté au N. avec un jambage septentrional presque vertical; 4° une lame che-

vauchante d'Urgonien et de Nummulitique qui à l'W. de la Simme se moule sur les plis précédents, tandis qu'à l'E. elle en est séparée par la partie frontale de notre pli II préalpin, et dont le front actuel, déterminé par l'érosion, suit la ligne Schwandweid-Bühlersweid-Ammertenalp ; 5° le grand anticlinal couché au NW., qui forme orographiquement le front des Hautes Alpes calcaires par le Mittaghorn, le Fixer, l'Ammertengrat et le Laufbodenhorn, et dont le jambage renversé recouvre d'abord la tête anticlinale de notre pli II depuis le Mittaghorn jusqu'au pied de l'Ammertengrat, puis la lame chevauchante d'Urgonien et de Nummulitique précitée entre l'Ammertenalp et le Räzliberg, et enfin le front de notre pli IV au col de Matten; cet anticlina représente comme M. Lugeon l'a montré, une des digitations du grand pli couché au N. du Wildstrubel.

Il faut remarquer que, sauf l'anticlinal Mittaghorn-Laufbodenhorn, tous ces éléments tectoniques de la bordure externe des Hautes Alpes subissent une diminution plus ou moins rapide de l'W. à l'E. ; ceci est particulièrement vrai pour la lame chevauchante urgonienne-nummulitique du Laubhorn, mais cela est frappant aussi pour la voûte de l'Iffgenhorn-Simmenfall, dont l'axe s'abaisse très rapidement dans la direction de l'E., comme pour les 2 voûtes externes beaucoup moins importantes. Or, cette réduction des plis haut-alpins est pour ainsi dire compensée par une amplification dans la même direction des plis inférieurs de la zône des Cols et il semble absolument que la poussée au S. de ceux-ci a été arrêtée par la poussée en sens inverse des plis haut-alpins opposés et particulièrement de la lame chevauchante du Laubhorn. Le pli I n'ap-

paraît plus dans le bassin de la Simme ; le pli II, après avoir cherché à s'insinuer entre la lame chevauchante d'Urgonien et la voûte nummulitique sur laquelle elle se moule, semble subir une réduction extraordinairement rapide entre l'Ammertenalp et Halten ; le pli III montre lui anssi un recul brusque de son front entre le Metchhorn et la Lenck. Par contre le pli IV, qui a réussi à déferler par dessus l'obstacle de la nappe haut-alpine, conserve toute son importance et même l'amplifie considérablement.

Autant que le permettent l'extrême complication tectonique de la région et le morcellement des affleurements du fait des glissements de terrains et des placages d'éboulis, nous croyons pouvoir admettre dans la haute vallée de la Simme un véritable enchevêtrement de plis haut-alpins et préalpins et expliquer les relations existant entre ces plis par l'action de 2 poussées se faisant l'une vers le S., l'autre vers le N. et par une lutte entre les 2 systèmes opposés de plis ainsi formés. Pour concevoir maintenant ce phénomène dans son ensemble, l'hypothèse la plus vraisemblable consiste à supposer sur l'emplacement de la zône des Cols un géosynclinal bordé au S. et au N. par deux régions en voie de ridement et de surrection, par dessus lequel sont venus tout naturellement se coucher les plis de ces 2 bordures.

Cette notion ne pourrait, cela va sans dire, se concilier en aucune façon avec un raccord par dessous les Préalpes médianes entre les formations de la zône des Cols et celles des Préalpes externes, comme l'a admis M. Lugeon, et avec l'hypothèse d'une nappe préalpine inférieure sur laquelle auraient chevauché la nappe

des Préalpes médianes et celle de la Brèche de la Hornfluh. Nos observations nous ont donné au contraire la conviction que la zône des Cols et celle des Préalpes externes sont deux unités tectoniques tout à fait indépendantes.

Quant à la question de l'origine des Préalpes dans leur ensemble, nous renonçons à discuter pour le moment l'hypothèse bien connue des nappes de charriage empilées, ou bien celle de plis autochtones déversés vers la périphérie. Nous nous contenterons de faire observer que, les plis de la zône des Cols étant manifestement, dans la région de la Lenck, couchés au S., et ne formant pas avec ceux des Préalpes externes une lame charriée inférieure, un des principaux arguments en faveur de la théorie des nappes de charriage préalpines cesse d'exister. Il faut, il est vrai, reconnaître que les relations de la zône des Cols avec les Préalpes médianes ne sont nullement éclaircies, la stratigraphie de la zône du Niesen ayant besoin d'une révision minutieuse, mais, quoiqu'il en soit, nous croyons pouvoir affirmer que les plis de la zône des Cols ont tous le caractères de plis autochtones, formés sur la bordure d'un massif en voie de soulèvement et déversés par dessus une zône géosynclinale voisine.

Ces plis seront peut-être considérés par quelques-uns comme des plis en retour d'une des nappes préalpines chevauchées au N., mais, si la formation de plis semblables s'explique fort bien dans certains cas, elle nous paraît impossible dans le cas particulier, où, si nappe de charriage il y a, celle-ci doit s'enfoncer au N., et où par conséquent le déversement devrait être général dans ce sens. Aussi considérons-nous 2 expli-

cations seulement comme possibles : ou bien les Préalpes dans leur ensemble sont en place et les plis de la zône des Cols en forment la bordure déversée vers l'extérieur, ou bien elles sont en chevauchement sur un soubassement tertiaire ; mais alors ce chevauchement a dû se produire pendant une première phase des plissements alpins, puis les Préalpes ont été détachées de leur racine par la formation des plis haut-alpins sous-jacents, et enfin une troisième phase de ridement a replissé d'une part le front des plis haut-alpins, de l'autre le lambeau de recouvrement préalpin, ce dernier se comportant comme une série autochtone et se déversant en plis couchés du côté interne par dessus son bord radical. Enfin, entre ces 2 hypothèses la première nous paraît de beaucoup préférable, d'abord parce que dans la région étudiée nous n'avons constaté que des laminages locaux et non un laminage général avec suppressions importantes de couches, zône de broyage, etc..., tel qu'il devrait exister dans le cas de nappes de charriage superposées, ensuite parce que l'échelonnement des ridements tels que nous avons dû l'admettre dans la seconde hypothèse, nous paraît peu probable.

Le but du présent travail était du reste avant tout, de préciser les caractères d'une région très importante au point de vue de la tectonique préalpine ; nous espérons pouvoir le compléter bientôt par d'autres recherches faites dans la bordure interne des Préalpes, et nous voudrions en particulier raccorder nos observations à celles que M. Roessinger a faites dans les environs de Lauenen.

LES OMBRES VOLANTES

OBSERVATIONS

de MM. Henri DUFOUR et Raoul GAUTIER

I. NOTE DE M. H. DUFOUR.

Le phénomène des ombres volantes est bien connu des observateurs d'éclipses totales de soleil ; son étude était recommandée par M. Bigourdan dans les instructions sommaires préparées pour les amateurs et observateurs privilégiés qui devaient observer l'éclipse du 30 août 1905.

On paraît admettre généralement, d'après toutes les observations faites, que ce phénomène est un cas particulier de la réfraction atmosphérique et qu'il se produit dans l'air, et même très probablement dans les couches inférieures de l'atmosphère, dans lesquelles les variations locales de densité peuvent être assez grandes pour expliquer les différences de réfraction.

Des observations d'ombres volantes produites par des sources artificielles de lumière très intenses et de petites dimensions sont indiquées par plusieurs observateurs; nous signalons seulement celles de M. Karl Kostersitz[1] faites à Vienne en 1901 et déterminées par les passages d'un faisceau de lumière électrique traversant une couche de 9 kil. d'air et éclairant un mur

[1] *Astron. Nachrichten* n° 3739, vol. 156, p. 293.

blanc ; des ombres volantes, sous la forme de bandes, d'éclat variable, se déplaçaient dans la direction du vent pendant l'illumination de la muraille par le feu du projecteur électrique [1].

En 1901, également, M. E. Goldstein signale un fait analogue produit aussi par la lumière envoyée par le projecteur d'un fort sur une route blanche ; la distance du foyer lumineux à l'écran, ici la route, était de quelques kilomètres ; pendant toute la durée de l'éclairage, qui avait lieu par une soirée d'août, on vit glisser sur la chaussée un système de bandes sombres presque rectilignes ; leur largeur était de 2 centimètres, leur distance de 20 centimètres.

L'existence d'un phénomène très semblable à celui des ombres volantes, et se produisant sans éclipse solaire, a été signalée par Charles Dufour en 1852 déjà ; l'observation a été rappelée récemment par M. F.-A. Forel [2].

C'est le phénomène observé par Charles Dufour que nous avons eu l'occasion de voir plusieurs fois depuis trois mois dans des conditions qu'il vaut peut être la peine de préciser pour qu'il puisse être vu et étudié par d'autres observateurs.

Lorsque le soleil se lève et que ses premiers rayons pénètrent horizontalement ou obliquement dans une chambre, on observe pendant que l'astre s'élève au-dessus de l'horizon, des variations d'éclat, lentes ou rapides, irrégulières et ondulantes qui se promènent

[1] A signaler dans le même ordre d'idées une observation faite par M. A. Chevremont à Quiberon en août 1905. Voir *Bulletin de la Société astronomique de France*, janvier 1906, 20me année, p. 35.

[2] *Archives*, 1905, t. XX, p. 670.

sur la paroi du fond de la chambre. Ces variations de teintes, visibles seulement dans la région éclairée par le soleil, ont les mouvements et les tremblotements qu'on observe lorsqu'un faisceau de lumière électrique passe au-dessus d'une flamme ou d'un corps chaud et éclaire un écran blanc. Ils sont donc dus à des variations de densité, et aux variations d'indice de réfraction qui les accompagnent.

On voit le phénomène, très nettement, quand le soleil se lève dans un ciel pur derrière une montagne, ou lorsqu'il apparaît derrière un toit ; les mouvements des ombres sont très visibles jusqu'au moment où l'astre s'est élevé au tiers de son diamètre environ, ensuite ils sont moins nets, cependant on les aperçoit encore à la limite des régions éclairées et de celles qui sont dans l'ombre.

Les mouvements des ombres varient avec l'état de l'atmosphère, lents et ascendants par un temps calme nous les avons vus très rapides et vibrants par une forte bise dont chaque coup se traduisait par un passage brusque d'ombres pressées qui passaient sur la paroi. Les mouvements sont visibles sous une galerie ouverte et dont la température de l'air est la même que celle de l'extérieur, comme dans une chambre dont la fenêtre est ouverte ; on ne les voit pas si les rayons solaires traversent les vitres.

Sur une feuille de papier blanc, le phénomène est très net au fond de la chambre ; il l'est moins quand le papier placé dans l'encadrement de la fenêtre est pleinement éclairé par la grande lumière du ciel; l'illumination générale est alors trop vive. On ne peut pas voir les ombres volantes, ordinairement, sur un mur

blanc, au lever du soleil, la lumière générale diffusée par le ciel est trop intense. Ce fait nous paraît expliquer pourquoi les ombres volantes sont un phénomène caractéristique des éclipses totales : au moment où la totalité va se produire, si le ciel est sans nuages, la quantité de lumière diffuse est très faible. l'intensité générale de la lumière est assez réduite pour que les objets blancs directement éclairés par le mince faisceau de lumière qui émane du bord du soleil soient suffisamment illuminés pour qu'on puisse distinguer à leur surface de faibles variations de teintes. C'est à cette coexistence d'une obscurité générale, d'une absence de lumière diffusée, avec un éclairage local de certaines surfaces qui fonctionnent comme un écran de projection dans un amphithéâtre sombre, qu'est due probablement l'intensité particulière du phénomène des ombres volantes pendant les éclipses.

Il est évident en outre que la réduction de la surface éclairante dont les rayons forment entre eux un angle très petit, vu du point éclairé, contribue pour une bonne part à augmenter la netteté des ombres.

En résumé, le phénomène peut être observé en tout temps, lorsque les conditions que nous avons indiquées sont réalisées.

Lausanne, 15 janvier 1906.

II. NOTE DE M. R. GAUTIER.

Dès le mois d'octobre 1905, mon attention avait été attirée par M. F.-A. Forel sur le fait que les ombres volantes peuvent être observées au lever du soleil. Or, pendant la saison d'hiver je vois, de mon domicile

à Cologny, le soleil se lever derrière la chaîne du Mont-Blanc à plus de 70 kilomètres de distance, à condition que le temps soit favorable.

Cette dernière réserve est nécessaire, car durant les deux mois de novembre et de décembre je n'ai eu *aucune occasion* propice pour vérifier l'observation de Charles Dufour[1] en utilisant les renseignements que M. Henri Dufour avait eu l'obligeance de me communiquer et qui sont résumés dans les pages précédentes.

Enfin, au commencement de l'année 1906, l'horizon a bien voulu s'éclaircir au sud-est et j'ai pu plusieurs fois observer les ombres volantes contre les murs intérieurs de pièces exposées au levant. Les circonstances atmosphériques étaient variées : le 12 janvier, l'horizon était clair, mais le ciel nuageux ; le 13, le ciel était clair, mais il était coupé par quelques nuages étroits à l'horizon, derrière le Mont-Blanc ; le 15 le ciel était complètement découvert ; le 19 il était passablement couvert.

Le phénomène des ombres volantes a été visible ces quatre fois, mais plus net le 15 par un temps parfaitement clair. Il n'y avait de vent sensible lors d'aucune de mes observations et les ombres volantes étaient en mouvement lent ascendant. Elles se montraient sous forme de bandes étroites irrégulières, grises sur fond lumineux et oscillant, tout en s'élevant graduellement.

Le phénomène était surtout marqué à l'apparition des premiers rayons du soleil et jusqu'au moment où

[1] Voir ce que M. Forel dit au sujet des observations de Charles Dufour dans notre note sur l'éclipse totale de soleil du 30 août 1905. *Archives*, 1905, t. XX, p. 670.

un tiers de l'astre était émergé. Mais les ombres étaient encore visibles, élargies et moins nettes après ce moment-là. J'ajoute que le 13 janvier, le soleil ayant été masqué par un petit nuage, les ombres volantes ont été de nouveau perceptibles quand le soleil a reparu, un quart d'heure après son lever, et pendant une à deux minutes. Enfin, le 19, le soleil est apparu peu après son lever dans un interstice de nuages. A 8 h. 52 m. (heure de l'Europe centrale) il commença à disparaître derrière un épais banc de nuages. Les ombres volantes étaient à peine perceptibles, mais à mesure que le soleil se masquait davantage, elles devenaient de plus en plus distinctes, et elles ont atteint leur maximum de netteté quand le quart inférieur du disque solaire seul restait visible.

Au reste, toutes les remarques de M. Henri Dufour sont confirmées par mes observations. Celles-ci étaient faites soit dans une véranda ouverte à l'est, avec stores baissés sur les autres faces, ou dans des chambres relativement obscures, avec la fenêtre ouverte au levant. Partout, il faisait moins clair qu'à l'air libre et j'observais contre des parois claires ou des papiers blancs fixés au mur éclairé par le soleil levant. Toute personne installée de façon à voir lever le soleil derrière un écran un peu éloigné doit être à même de répéter ces observations.

Cologny, près Genève, fin janvier 1906.

ANALYSE

DE

QUELQUES GRANDEURS DU CORPS

CHEZ

L'HOMME ET CHEZ LA FEMME

PAR

Eugène PITTARD

(Suite et fin[1].)

II. *Diamètres crâniens principaux (Hauteur du crâne ; D.A.P. ; D.M. ; D.T.)*

Hauteur du crâne. Elle est mesurée du vertex au trou auditif :

	Hommes	Femmes
moyennes :	$121^{mm}48$	$111^{mm}08$

Dans l'examen des séries de 100, on voit que le plus fort diamètre chez la femme n'arrive pas à équivaloir le plus faible diamètre chez les hommes. Et, pourtant, le groupe féminin en question a une taille supérieure à celle du groupe masculin qui lui est comparé.

Nous avons cherché le rapport de la hauteur de la tête à la taille, puis au buste. Ce dernier est même

[1] Voir *Archives*, janvier 1906, t. XXI, p. 80.

choisi préférablement à la taille, parce qu'il est une grandeur déjà moins complexe et, dès lors, soumise à moins de variations diverses.

Si la taille = 100, la hauteur du crâne =

	Hommes	Femmes
moyennes :	73.57	71.7

On voit que, par rapport à la taille, la femme a une bien plus faible hauteur du crâne que l'homme.

Si la hauteur du buste = 100, la hauteur du crâne =

	Hommes	Femmes
moyennes :	14.06	13.57

Même, avec un buste relativement plus long que celui de l'homme, la femme possède une hauteur du crâne relativement plus petite. Le rapport de la différence entre les deux sexes est, à peu de chose près, le même dans les deux cas. Pour le buste, il est de 0.965 ; pour la taille, de 0.974.

Ce caractère d'infériorité dans la hauteur du crâne de la femme ne tient pas à sa plus petite taille ; il est une particularité du sexe féminin. M. Papillault l'a démontré de son côté, sur les 100 cadavres de chaque sexe qu'il a étudiés à Paris. Pour les deux derniers rapports ci-dessus, nous avons trouvé que si l'homme = 100, la femme = 96.5 et 97.4.

Et maintenant, le diamètre antéro-postérieur. D.A.P. est mesuré depuis la glabelle. D.M. est mesuré depuis le point métopique. Nous les exprimons ensemble chez les deux sexes.

	Hommes		Femmes	
	D.A.P.	D.M.	D.A.P.	D.M.
moyennes:	189mm6	186mm8	180mm3	179mm1

On remarquera déjà ce fait intéressant, que chez la femme, le D.M. est plus petit que le diamètre A. P. C'est l'inverse qui se présente habituellement. En effet, la femme, ayant le front plus droit que l'homme, présente un D.M. plus grand que le D.A.P. Par ces deux diamètres, si l'homme = 100, la femme =

95.09 et 95.89.

On voit qu'elle se rapproche davantage de l'homme par son diamètre métopique que par le diamètre antéro-postérieur.

L'interprétation de la différence du diamètre métopique que nous venons d'indiquer nous paraît résider dans la condition sociale des Tsiganes. La vie nomade, avec toutes les difficultés matérielles qu'elle entraîne, ne permet pas l'affinement des femmes comme chez les groupes humains plus civilisés. Il faudrait étudier ce caractère du crâne chez des groupes de « sauvages » avec, à sa disposition, de fortes séries sexuelles comme les nôtres pour savoir exactement à quoi s'en tenir. Malheureusement, je ne connais pas de séries comme celles-là auxquelles je puisse comparer les Tsiganes. Mais, je répète que cette différence est une exception dans les groupes humains composés d'Européens. Et cette partie de notre analyse méritera d'être reprise ailleurs et avec détails.

Ainsi que nous l'avons fait pour la hauteur du crâne, nous allons rapporter à la taille et au buste les deux diamètres A.P. et M. du crâne, chez les deux sexes.

Si la taille = 100, D.A.P. (N° 1) et D.M. (N° 2) =

	Hommes		Femmes	
	No 1	No 2	No 1	No 2
moyennes :	11.44	11.26	11.62	11.52

On voit que, par rapport à la taille, la femme a le crâne plus développé que l'homme dans le sens antéro-postérieur, qu'il s'agisse du diamètre glabellaire ou du diamètre métopique. En effet, pour ces deux diamètres, si l'homme = 100, la femme =

(N° 1) 101.57 (N° 2) 102.31

Ce dernier rapport montre encore que c'est par le diamètre métopique que la femme est surtout supérieure à l'homme. Elle se retrouve ici telle qu'on l'a montrée dans d'autres séries. Elle rétablit un fait général auquel quelques chiffres précédents avaient donné une exception.

Si le buste = 100, D.A.P (N° 1) et D.M. (N° 2) =

	Hommes		Femmes	
	No 1	No 2	No 1	No 2
moyennes :	22.—	21.6	21.98	21.84

Ici, les résultats sont un peu changés. Les hommes ont le diamètre antéro-postérieur très légèrement plus grand, relativement au buste, que les femmes. Par contre, le diamètre métopique des femmes reste encore plus grand que chez ces derniers. Le premier de ces deux résultats ne doit être qu'une apparence.

En effet, si je prends chez les hommes les cinq derniers groupes de 100 pour les mettre en présence des cinq groupes de femmes, je trouve pour eux un rapport de 21.96 légèrement inférieur à celui des femmes. Il en est de même si je prends ces cinq groupes parmi les petites tailles, les moyennes tailles et les grandes tailles. Mais, pour être réellement fixé dans nos conclusions, il nous faudrait choisir dans nos fiches un nombre égal — et assez grand — d'individus des deux sexes ayant

une stature semblable. Cela est d'un dépouillement très long et nous nous permettons de réserver ce point.

Nous passons maintenant au diamètre transversal du crâne.

	Hommes	Femmes
moyennes :	148mm09	143mm03

Si l'homme = 100, la femme = 96.7.

Forcément, à cause de sa taille plus petite, la femme a le diamètre transversal du crâne, comme les deux diamètres antéro-postérieur et métopique, absolument plus petit que l'homme.

Si taille = 100, D.T. = (N° 1). Si buste = 100, D.T. = (N° 2).

	Hommes		Femmes	
	No 1	No 2	No 1	No 2
moyennes :	8.94	17.16	9.2	17.48

Le crâne féminin est plus développé dans le sens transversal que celui de l'homme par rapport à la taille totale et par rapport au buste.

Si l'homme = 100, la femme à ces points de vue =

(N° 1) 102.90 (N° 2) 101.86

M. Papillault est arrivé à la même conclusion chez les 100 hommes et les 100 femmes de Paris. Le rapport du diamètre transversal au rachis (et non plus au buste) lui avait donné 25.2 pour les hommes et 26 pour les femmes.

On a vu tout à l'heure et sous les réserves exprimées que, par rapport à la grandeur du buste, le D.A.P. était relativement un peu plus petit chez la femme mais que, par rapport à la taille, il était un peu plus grand chez elle. Ici, par rapport à ces deux longueurs,

le diamètre transversal du crâne est plus grand chez la femme.

Il résulte des divers chiffres contenus dans ce paragraphe que le crâne féminin, absolument plus petit que celui de l'homme, l'emporte sur celui-ci par rapport à la taille et par rapport au buste, excepté dans sa hauteur. Le crâne masculin est relativement plus haut, mais il est relativement moins développé dans le sens sagittal (D.A.P. et D.M.) et dans le sens transversal.

III. *Hauteur de la face. Diamètres : orphryo-mentonnier, orphryo-alvéolaire, orphryo-nasal.*

Ces diamètres nous fournissent les principales hauteurs de la face en avant. Nous pouvons obtenir la grandeur de la région orphryaque en déduisant de O.N. la hauteur du nez. D'un autre côté, on trouvera facilement la hauteur (approximative) de la mandibule en déduisant A.M. de O.M. et l'espace recouvert par la lèvre supérieure en déduisant O.N. de O.A.

	Hommes		Femmes	
	O.M.	Htr mand.	O.M.	Htr mand.
moyennes :	148mm09	49mm69	132mm70	43mm48

Ces deux grandeurs sont plus petites absolument chez les femmes. Le rapport (moyen) de chacune d'elles au buste donne les chiffres suivants : Nous les indiquons par groupes de 200 individus :

1.	17.24	5.75	16.3	5.40
2.	17.18	5.77	16.1	5.24
3.	17.15	5.82	16.—	5.25
4.	17.14	5.70		
moyennes :	17.19	5.76	16.13	5.3

La hauteur totale du visage diminue relativement au fur et à mesure que la taille augmente et cela dans les deux sexes. La hauteur de la mandibule — d'ailleurs d'une mesure approximative — semble être indifférente à l'élévation de la taille et du buste et cela aussi dans les deux sexes. Si l'homme = 100, la femme = pour la hauteur du visage O.M. 89.6 et pour la hauteur approximative de la mandibule A.M. 87.5.

Pour les régions ophryo-alvéolaire, ophryo-nasale et pour la hauteur N.A., nous n'indiquerons aussi que les moyennes générales.

	Hommes	
O.A.	O.N.	N.A.
98mm44	78mm29	20mm15
	Femmes	
89mm22	70mm79	18mm43

Pour ces grandeurs, si l'homme = 100, la femme =

90.6	90.4	91.4

C'est par la grandeur N.A. que la femme se rapproche le plus de l'homme. Les rapports au buste de ces trois grandeurs sont :

	Hommes	
11.4	9.09	2.34
	Femmes	
10.9	8.64	2.25

Pour les trois, c'est l'homme qui l'emporte. En résumé, les trois grandeurs du visage étudiées ci-dessus plus la hauteur de la mandibule A.M. et la hauteur N.A. sont toutes plus grandes, absolument et relativement, chez les hommes.

V. *La hauteur du nez et la région orphryaque.*

Nous examinons, d'abord, la hauteur du nez dans les deux sexes.

	Hommes	Femmes
moyennes :	52mm04	48mm41

La hauteur absolue du nez augmente au fur et à mesure que la taille s'élève et cela dans les deux sexes. C'est là un fait connu que nous avons aidé à démontrer.

Voici, maintenant, le rapport de ces diverses longueurs au buste :

	Hommes	Femmes
moyennes :	6.04	5.91

D'une manière générale et quoiqu'il y ait, dans chacune des séries de 100, une exception, on peut dire que la hauteur relative du nez diminue au fur et à mesure que la taille s'élève et, cela, chez les hommes comme chez les femmes. Quant à cette grandeur relative, comparée chez les deux sexes, on peut constater que les femmes sont bien près d'avoir un nez aussi long que celui des hommes. Si les hommes = 100, les femmes sous ce rapport = 97.8 Papillault, sur les 200 Parisiens qu'il a examinés, a trouvé le rapport de la hauteur du nez au rachis le même dans les deux sexes.

Plusieurs auteurs, en particulier Collignon, Houzé et moi-même, ont montré que la taille avait une véritable influence sur la hauteur du nez. On vient déjà de s'en apercevoir en partie par le rapport au buste que nous avons exposé. Il semble que les individus les plus grands sont plus souvent leptorrhiniens, justement parce que leur taille plus grande influe sur la grandeur de leur nez plus que sur la largeur de celui-ci. Il vaut donc la peine d'inscrire les chiffres des rapports de la hauteur du nez à la taille, d'autant plus que,

dans la présente série, le facteur « race », qui pourrait avoir une grande influence pour fausser des moyennes dans d'autres groupes d'Européens, donne ici une homogénéité très grande à nos séries.

	Hommes	Femmes
moyennes :	3.139	3.127

Si l'homme = 100, la femme = 99.61.

La différence sexuelle est encore moindre que lorsque le rapport est calculé à l'aide du buste. On peut donc conclure, de ces deux rapports, que la femme et l'homme se différencient très peu l'un de l'autre par la longueur relative du nez.

Une détermination exacte de l'ophryon sur le vivant est impossible. Le bord supérieur du sourcil, indiqué par Broca comme devant servir de repère, varie trop suivant les individus et suivant les « races ». C'est une région dont on devrait bien se débarrasser et, pour ma part, dans l'avenir je n'en tiendrai pas grand compte. A la cause d'erreur que je viens d'indiquer, s'ajoute encore ce fait que la peau du front est une des plus mobiles sous le compas. Et, pour une grandeur aussi faible que cette hauteur ophryaque, les erreurs individuelles peuvent être énormes. Ici, il s'agit de grandes séries où les compensations d'erreurs ont été forcément opérées. Mais cela n'empêche pas l'ophryon d'être un bien mauvais point singulier.

Les chiffres sexuels pour la région ophryaque sont les suivants :

Hommes	Femmes
$26^{mm}2$	$22^{mm}3$

J'ai indiqué l'ophryon plutôt haut que bas. Comme je ne tiens pas beaucoup à cette mesure, on peut sim-

plement considérer la différence sexuelle de grandeur au lieu de la grandeur absolue.

Si l'homme = 100, la femme = 85.15.

C'est une des régions du crâne et de la face par laquelle elle semble s'éloigner le plus de l'homme.

VI. *La hauteur de l'oreille.*

C'est la longueur totale du pavillon, obtenue en encadrant l'oreille dans le compas.

	Hommes	Femmes
moyennes :	62mm45	58mm79

La grandeur absolue du pavillon augmente au fur et à mesure que la taille s'élève. Je ne veux pas faire ici de comparaisons ethniques, mais il me semble que l'oreille est relativement petite chez les Tsiganes. Les rapports de cette grandeur au buste sont, dans les deux sexes :

Hommes	Femmes
7.25	7.179

La même longueur calculée d'après la taille = 100 nous donne :

3.78	3.80

Par rapport à la longueur de son buste, la femme a l'oreille un peu moins grande, dans le sens de la hauteur, que l'homme. Par rapport à la longueur de la taille totale, cette différence s'atténue jusqu'à devenir presque nulle. Il ne semble donc pas que la petitesse relative de l'oreille chez la femme puisse figurer comme un caractère sexuel secondaire propre à celle-ci.

Nous arrêtons là ces comparaisons. Beaucoup d'autres seraient encore possibles avec les chiffres que nous possédons dans nos registres. Nous avons dit pourquoi nous sommes forcés de nous borner.

Nous inscrirons encore, en un tableau, les rapports qui existent, entre les deux sexes, si l'homme = 100. Un certain nombre de ces chiffres ont été publiés dans le cours de cette note. D'autres ne l'ont pas été. Il est, en tout cas, intéressant de mettre ces rapports en regard les uns des autres.

Si l'homme = 100, la femme =

Grandeurs absolues

par la taille	93.9
par le membre inférieur	92.2
par le buste	95.1
par la hauteur du crâne	91.4
par le D.A.P. du crâne	95.09
par le D.M. du crâne	95.89
par le diamètre transversal du crâne	96.7
par le diamètre ophryo-mentonnier	89.6
par le diamètre O. alvéolaire	90.6
par le diamètre O. nasal	90.4
par la hauteur approximative de la mandibule	87.5
par la hauteur N.A	91.4
par la longueur du nez	93.02
par la longueur de la région ophryaque	85.15
par la longueur de l'oreille	94.1

Rapports

par le R. du membre inf. à la taille	98.4
par le R. du buste à la taille	101.49
par le R. du membre inf. au buste	98.1
par le R. de la haut. du crâne au buste.	96.5
par le R. de la haut. du crâne à la taille	97.4
par le R. de D.A.P. à la taille	101.57
par le R. » au buste	99.91
par le R. de D.M. à la taille	102.31
par le R. » au buste	101.06

par le R. de D.T. à la taille.....	102.90
par le R. » au buste.....	101.86
par le R. de la haut. du visage O.M. à la taille	89.6
par le R. de la long. du nez à la taille..	99.61
par le R. » » » au buste...	97.8
par le R. » » de l'oreille au buste	99.—

Conclusions.

En rappelant les réserves que nous avons formulées au cours de cette note et certaines explications que nous avons données, il nous paraît possible d'émettre les conclusions suivantes :

La différence sexuelle de la taille au profit de l'homme — en l'espèce, onze centimètres — est plus évidente dans les tailles extrêmes, maxima et minima, que dans les moyennes tailles.

La différence sexuelle de la taille porte beaucoup plus sur la longueur absolue de la jambe que sur celle du buste. Par les longueurs absolues, la femme se rapproche davantage de l'homme par son buste que par ses membres inférieurs. Relativement à la taille, la jambe est moins grande chez la femme que chez l'homme. Par contre, le buste est relativement plus grand chez elle que chez l'homme.

Le crâne de la femme est moins développé, absolument et relativement, que celui de l'homme, dans le sens de la hauteur.

Par contre, il est plus développé, relativement, dans le sens antéro-postérieur (aussi bien par D.A.P que par D.M.) et dans le sens transversal (une réserve est à faire en ce qui touche le rapport au buste de D.A.P.).

La hauteur du visage (ophryo-mentonnier) et la hauteur approximative du corps de la mandibule sont,

absolument et relativement, plus petites chez les femmes que chez les hommes. Il en est de même pour les autres dimensions du visage : O.A. et O.N.

La longueur du nez est fonction de la longueur de la taille. Les individus les plus grands sont, en même temps, les plus leptorrhiniens. La longueur relative du nez est à peu près la même dans les deux sexes. (La femme est à l'homme comme 99.61 est à 100).

La région ophryaque est moins développée, absolument et relativement, chez la femme que chez l'homme.

La longueur de l'oreille est à peu près la même, relativement dans les deux sexes. La petitesse de l'oreille, qu'on signale souvent dans les descriptions de la femme, n'est qu'une apparence.

En résumé et en nous en tenant aux seules mesures indiquées ci-dessus, la femme est surtout différente de l'homme par les caractères suivants :

La taille, la jambe, le crâne dans sa hauteur, la hauteur du visage, la hauteur approximative du corps de la mandibule sont, chez elle, absolument et relativement plus petits.

Le buste, le crâne dans son diamètre sagittal (D.A.P. et D.M.) et dans son diamètre transversal, sont relativement plus grands. Quant à la longueur du nez et à celle de l'oreille, elles sont relativement les mêmes dans les deux sexes.

Toute une série de grandeurs restent à étudier. Il en est de même pour certains rapports, comparés dans les deux sexes, qui laissent déjà soupçonner bien des choses intéressantes à mettre en vue.

Les constatations ci-dessus sont à rapprocher de celles du même ordre, obtenues sur d'autres groupes humains.

COMPTE RENDU DES SÉANCES
DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 12 mai 1905.

F. Tripet. La flore hivernale d'Alger. — H. Schardt. Le tremblement de terre du 29 avril 1905. — S. de Perrot. Variations du niveau des lacs de Bienne, de Neuchâtel et de Morat, en 1904.

M. F. Tripet, prof., lit une notice sur *la flore hivernale d'Alger*. Il a fait dans cette ville, en 1904, un séjour de quelques semaines, à partir du commencement de février et a récolté dans les environs d'Alger, à la Pointe-Pescade et le long de la route nationale, entre Hussein-Dey et Maison-Carrée, soixante-dix espèces de phanérogames, communes, la plupart, à la flore de la province d'Alger et à celles du Midi de la France et des îles Baléares.

M. Tripet a trouvé, près d'Alger, plusieurs plantes des environs de Neuchâtel, comme *Antirrhinum majus*, *Tamus communis*, *Aceras anthropophora* et *Muscari comosum*, ce qui confirme leur origine méditerranéenne. Deux espèces du Cap se sont répandues abondamment dans la région ; l'une, *Oxalis cernua*, aux grandes fleurs jaunes, couvre les lieux cultivés et les terrains vagues et s'installe jusque sur les stipes des palmiers ; l'autre, *Mesembrianthemum acinaciforme*, plante rameuse, à feuilles triangulaires, en forme de poignard et à grandes fleurs rouges ou jaunes, fait l'ornement des dunes, surtout à la Pointe-Pescade.

M. Schardt communique les résultats de son enquête — concernant le canton de Neuchâtel — *sur le tremble-*

ment de terre du 29 avril 1905. Ce séisme a été senti dans tout le canton. Dès les premières nouvelles, on a pu se rendre compte qu'il s'agissait d'un ébranlement de grande envergure — probablement d'origine tectonique. L'heure où le mouvement a été aperçu dans le canton est indiquée par les chiffres les plus précis entre 2 h. 47 m et 2 h. 48 m du matin. La plupart des observateurs parlent de deux secousses ondulatives, espacées de quelques secondes, ayant atteint l'intensité V à VI de l'échelle Rossi-Forel. Les nouvelles reçues d'autres régions caractérisent ce tremblement de terre très nettement comme un tremblement tectonique, ayant pris naissance le long de la ligne Martigny-Chamonix, où l'intensité a atteint VII à VIII. Toute la région des Alpes centrales et occidentales et les régions N et S y ont participé. On ne saurait, en aucun cas, le mettre en relation avec des effondrements souterrains causés par des érosions de terrains gypsifères (sources de Louèche-les-Bains).

M. S. de Perrot : *Variations du niveau des lacs de Bienne, Neuchâtel et Morat, en 1904.* C'est à l'obligeance de M. l'ingénieur Epper, directeur du bureau hydrométrique fédéral, à Berne, que nous devons les tableaux manuscrits des trois lacs ayant servi à M. Samuel de Perrot, ingénieur civil, à dresser les moyennes de 1904.

Le lac de Bienne a été neuf fois plus élevé que celui de Neuchâtel, soit pendant 31 jours en tout, la plus grande différence ayant été de 0m25 le 24 mai.

Le lac de Morat a été cinq fois au-dessous du lac de Bienne, soit, ensemble, pendant 18 jours, la plus grande différence 0m19 ayant eu lieu le 24 mai.

Enfin, le niveau du lac de Morat a toujours été égal, ou supérieur, à celui de Neuchâtel.

Lac de Bienne

Surface : 38.8 km.² (moyenne 1896-1904, 429.38).

Maximum le 13 juin.....	430.42
Minimum le 8 février	428.72
Différence	1.70

ce qui représente un déplacement d'eau de 65.960.000 m³ ; plus forte crue en un jour, 0m49 (11 au 12 février).

Niveau moyen 1903.....	429.159
» » 1904.....	429.360
Différence.....	0.201

Le lac contient 7.798.000 m³ de plus qu'en 1903.

Lac de Neuchâtel

Surface : 215.9 km.² (moyenne 1896-1904, 429.66).

Maximum 15 juin.....	430.457
Minimum 5-6 décembre	428.962
Différence.....	1.495

équivalent à 322.770.500 m³ d'eau ; plus forte crue en un jour, 0m14 (du 11-12 février).

Niveau moyen en 1903	429.408
» » en 1904	429.578
Différence.....	0.170

Le lac a augmenté de 36.703.000 m³ en 1904.

Lac de Morat

Surface : 22.8 km.² (moyenne 1896-1904, 429m79).

Maximum 14-15 juin	430.487
Minimum 6 décembre.....	429.012
Différence.....	1.475

soit 33.630.000 m³ ; plus forte crue en un jour, 0m29, du 11-12 février.

Niveau moyen en 1902	429.546
» » en 1903	429.698
Différence.....	0.152

Le volume du lac a augmenté de 3.465.600 m³.

Les trois lacs ont pu emmagasiner, dans les limites de hauteur précédentes, 422.360.500 m³, suffisant à produire un écoulement continu de 13.4 m³ par seconde, pendant toute l'année.

Séance du 26 mai.

A. Berthoud. Théorie de la formation des faces d'un cristal. — H. Schardt et M. Clerc. Polypiers d'une couche d'oolite coralligène. — G. Borel. Lésions intraoculaires consécutives aux explosions de dynamite.

M. A. Berthoud présente un travail sur la *théorie de la formation des faces d'un cristal.*

M. Schardt présente un résumé d'un travail de M. le Dr M. Clerc sur les polypiers recueillis jadis, par le professeur Jaccard, dans une couche d'oolite coralligène, à la tête E du tunnel du chemin de fer, entre Longemaison et Gilley (Doubs). Cette couche, épaisse de trois mètres seulement, a fourni une profusion d'espèces de polypiers. Sur plus de 1000 échantillons que M. Clerc a pu déterminer, il n'y a pas moins de 35 genres, représentés par 101 espèces. Il est remarquable, surtout, de constater que cette couche, qui appartient au Rauracien supérieur, renferme non seulement la plupart des espèces des gisements classiques rauraciens du Jura bernois, mais aussi bon nombre de celles qui sont citées de Valfin et de Ste-Croix (Kimeridgien et Séquanien). Ce résumé paraîtra dans le *Bulletin.*

M. le Dr Georges Borel : *Lésions intraoculaires consécutives aux explosions de dynamite.* — Le Dr G. Borel, oculiste, raconte les destructions survenues dans l'œil d'un ouvrier qui a reçu une explosion de dynamite, ayant criblé ses yeux de minimes fragments.

Alors que l'apparence externe des yeux était redevenue normale, le Dr Borel a constaté des destructions très étendues des membranes intraoculaires. La rétine, déchirée en étoile à différents endroits, particulièrement dans la région maculaire, semblait avoir éclaté sous le choc ; une rétinite proliférante, continuant ses ravages des mois encore après l'accident, semblait avoir terminé son évolution.

Des foyers pigmentaires et atrophiques de dégénérescence choroïdienne, couvraient toutes les parties périphériques du fond de l'œil atteint. Cette migration pigmentaire en foyers périphériques est mal expliquée et assez rare. Elle semble être observée surtout dans les explosions de dynamite.

Ces foyers de destruction de la choroïde ressemblent aux choroïdites disséminées et semblent progressives pendant une période prolongée.

Peut-être doit-on les attribuer à des corps étrangers minimes qui, introduits par la violence de l'explosion de la dynamite, causent ces destructions profondes et progressives.

Séance du 16 juin.

O. Fuhrmann. Soins paternels chez les poissons. — H. Schardt et Aug. Dubois. Le Crétacique moyen, près de Rochefort.

M. O. Fuhrmann, prof., parle des *cas intéressants de soins paternels chez les poissons.* Il cite les faits de la biologie sexuelle de ces animaux, en allant du plus simple au plus complexe. Il parle des poissons qui construisent des nids et surveillent les œufs et les alevins. Puis, il passe en revue les poissons qui portent les œufs sur leur corps en étudiant surtout l'incubation buccale. Un cas nouveau de ce mode particulier d'incubation est décrit et démontré pour un représentant de la famille des Ostéoglossides *(Scleropages formosum)*, chez lesquels ce phénomène biologique n'était pas encore connu. M. Fuhrmann termine son exposé en parlant de la viviparité des poissons, qui se rencontre chez certains Sélaciens et dans sept familles de poissons osseux.

M. Schardt communique, au nom de M. Aug. Dubois et au sien, un supplément de renseignements sur la présence du Crétacique moyen, près de Rochefort. En 1900,

MM. Schardt et Dubois[1] annoncèrent la découverte, au lieu dit Le Baliset sur Rochefort, d'argiles et sables albiens, avec nombreux fossiles et probablement aussi du Cénomanien (Rotomagien), quoiqu'aucun fossile ne soit venu confirmer cette dernière supposition. Dans leur dernière description géologique de la région des Gorges de l'Areuse[2], ils modifièrent ce point de vue en constatant que tout ou partie des couches attribuées au Rotomagien paraissaient appartenir plutôt au Tertiaire (Aquitanien).

Pendant l'hiver 1904-05, une galerie, creusée un peu à l'Est de l'ancienne recherche d'eau, a permis de constater qu'il y avait là, non seulement la série complète de l'Albien et du Cénomanien, mais encore une forte épaisseur de couches tertiaires, sous forme de marnes plus ou moins sableuses et argileuses et de grès tendres, avec filons de gypse fibreux. Les couches crétaciques ont fourni de nombreux fossiles, notamment dans le niveau vraconnien. L'Albien inférieur n'a pas été atteint. Le renversement des couches, constaté à cet endroit, est attribuable à un glissement, car l'avancement de la galerie est rentré dans le tertiaire.

Séance publique du 24 juin, à La Sagne.

E. Le GrandRoy. Les canaux de la planète Mars. — J. Jeanprêtre. Le vin de Neuchâtel au XVIIIme siècle, d'après la thèse de F. Prince (1743). — M. de Tribolet. Notes sur Louis Favre. — H. Schardt. La géologie de la Combe des Quignets et de Tête-de-Ran. — J. de Perregaux. Une automobile à refroidissement sans eau.

M. E. Le GrandRoy, prof., expose la question des canaux de la planète Mars.

M. J. Jeanprêtre. *Le vin de Neuchâtel au XVIIIme siècle, d'après la thèse de F. Prince (1743).* — Si, de nos jours, les

[1] *Bulletin Soc. neuchâtel. Sc. nat.*, XXVIII, p. 152.
[2] *Ibid.*, XXX, p. 289.

médecins parlent contre l'usage du vin, il n'en était pas de même autrefois; depuis l'antiquité jusqu'au XVIIIme siècle ce sont leurs écrits qui nous renseignent le mieux sur les différents vins, leurs qualités et vertus ; quelques-uns voient même, dans le jus de la vigne, un remède universel aux maux de l'humanité.

Le médecin neuchâtelois François Prince (1721-1757) publia à Bâle, en 1743, pour l'obtention du doctorat, une dissertation latine : *De vino neocomensi*, opuscule curieux et intéressant qui valait la peine d'être traduit et analysé au point de vue de l'histoire des vins de Neuchâtel au XVIIIme siècle. A cette époque, la viticulture et le commerce des vins étaient la grande source de revenus de la principauté ; grâce à l'usage des bouteilles et à la création de grands encavages, ce commerce prit plus d'extension sans, pour cela, devenir plus rémunérateur pour les propriétaires, car la main-d'œuvre augmente et les prix sont sujets à de grandes variations. De 1700 à 1800, le pot de vin se paie de un demi-batz à cinq batz (4 à 40 centimes le litre) ; la moyenne est de trois batz.

L'introduction de la thèse de F. Prince traite de généralités sur le vin et ses bienfaits et donne une juste idée de la mentalité médicale à ce sujet, au XVIIIme siècle ; l'auteur admet comme principes composants du vin : l'esprit, le sel, le phlegme et l'huile ou soufre. Le chapitre II est consacré à la description du vignoble neuchâtelois et à l'énumération de ses crus les plus renommés.

Le chapitre III nous parle d'abord du vin blanc de Neuchâtel, exquis, diurétique, mais ne convenant qu'aux gens en parfaite santé, puis l'auteur aborde l'étude du vin rouge de Neuchâtel, qu'il appelle le Nectar de sa patrie. « Il « digère admirablement, sa couleur réjouit les yeux, son « odeur affecte agréablemeet l'odorat, sa saveur est délec- « lectable au palais et son effet est salutaire tant pour l'es- « tomac que pour tout le corps. » Vient ensuite une analyse chimique et physique de ce vin ; sa spirituosité, évaluée à l'hydromètre, tient le milieu entre celle du vin de Bourgogne et celui de Dourlac ; par la distillation, trois

livres de vin donnent six onces d'esprit rectifié, du phlegme, une once de liqueur acide, deux drachmes d'une huile grasse ; en calcinant et lavant le résidu, on a : 15 grains de sel alcali fixe et un drachme de caput mortuum. Par un calcul plus ingénieux que scientifique, la quantité totale de tartre se trouve n'être que de 39 grains.

Seul, le poids des cendres est à peu près juste, mais cela n'empêche pas Prince de tirer de son analyse force déductions sur la valeur hygiénique de son vin, qu'il estime supérieur au Bourgogne. Le quatrième et dernier chapitre traite de l'usage et des effets du vin rouge de Neuchâtel ; après avoir établi, d'après les autorités du temps, ce que doit être un vin salubre, l'auteur montre que le vin de Neuchâtel ressemble, en tous points, à cet idéal et déclare qu'il est « excellent pour étancher la soif, exciter « l'appétit, accélérer la digestion, restaurer les forces, fa- « ciliter la circulation du sang, favoriser et aider les sé- « crétions et excrétions, corriger l'acidité des voies pri- « maires, dégager les obstructions, renforcer le cœur et « les intestins, etc. »

Les maladies de l'estomac et la goutte elle-même ne sauraient lui résister ; ce vin est aussi le lait et la vie des vieillards. Ces assertions sont confirmées par la description de trois cas où le traitement au vin rouge de Neuchâtel a fait merveille. En comparant ses effets à ceux d'autres vins, Prince estime qu'il est bien supérieur aux vins du pays de Vaud et de l'Alsace. Enfin, le dernier paragraphe établit minutieusement comment il faut faire usage du vin rouge de Neuchâtel pour qu'il fasse tout le bien possible et, cela suivant l'âge, le sexe, la saison, etc. ; il se termine par ces mots : « Peut-on boire, en toute sécurité le vin rouge de Neuchâtel ? Certainement ! si on en a. »

François Prince ne fut pas un médecin illustre mais, à en juger par sa thèse, un bon Neuchâtelois dont le souvenir mérite d'être conservé ; sa dissertation est un précieux document pour l'œnologie du XVIIIme siècle.

M. M. de Tribolet, prof., lit *quelques notes sur Louis Favre*.

M. Schardt donne des explications sur la srtatigraphie et la tectonique du vallon de La Sagne et de la Combe des Quignets, en vue d'illustrer l'excursion prévue comme suite de la séance. Il présente, à cet effet, un profil géologique passant par la Sagne et la chaîne de Tête-de-Ran. (Voir séance du 13 nov. 1903).

M. Jean de Perregaux, ingénieur, donne diverses explications sur l'automobile avec laquelle il s'est rendu à la réunion de La Sagne, en passant par la Tourne. Cette voiture, qui sort de la *Société neuchâteloise d'automobiles* (système H. Henriod-Schweizer), à Boudry, constitue un système nouveau, remarquable à plusieurs titres.

1° Cylindres à ailettes, refroidissement sans eau avec ventilateurs ;

2° Carburateur à double éclaboussure, sans flotteur ;

3° Changement de vitesse (4 vitesses et marche arrière) avec engrenages toujours en prise.

Le refroidissement sans eau constitue, à lui seul, un grand avantage dans un pays où il gèle souvent pendant cinq mois de l'année.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 9 novembre 1905.

A. Pictet. Alcaloïde des feuilles de carotte. — P. De Wilde. Préparation des cyanures alcalins.

M. le prof. Amé Pictet annonce qu'il a retiré des feuilles de la carotte cultivée un *alcaloïde* liquide qui n'est identique à aucun de ceux que l'on connait actuellement. Il se rapproche par plusieurs de ses propriétés (odeur, point d'ébullition, solubilités, etc.) de la nicotine, mais il en diffère par son pouvoir rotatoire et par les caractères de ses sels. M. Pictet se propose de préparer une quantité suffisante de ce nouvel alcaloïde pour pouvoir l'étudier d'une manière plus approfondie.

M. le prof. P. De Wilde dit qu'il a tenté, il y a longtemps déjà, la fabrication industrielle des *cyanures alcalins* en faisant déflagrer un mélange intime de quantités équimoléculaires de potasse ou de soude caustique, de nitrite et d'acétate alcalins :

$$KOH + KNO_2 + CH_3.CO_2K = K_2CO_3 + 2H_2O + CNK$$

La déflagration est lente et développe une température peu élevée ; mais le rendement en cyanure ne dépasse pas 57 %, car la vapeur d'eau produite décompose, avec production d'ammoniaque, une partie du cyanure alcalin formé.

Séance du 14 décembre.

F. Kehrmann et A. Duttenhöfer. Sulfines aromatiques. — H. Ziegler. Etats d'agrégation de la matière.

M. F. Kehrmann a préparé pour la première fois les *bases sulfiniques de la série aromatique*. L'étude qu'il en a entreprise avec M. A. Duttenhöfer a fourni les premiers résultats suivants :

Les sulfométhylates des diaryl-monoalcoyl-sulfines, p.ex :

$$(C_6H_5)_2 = S < \begin{matrix} CH_3 \\ OSO_2\,CH_3 \end{matrix}$$

prennent naissance par l'action du sulfate de méthyle sur les sulfures aromatiques (sulfure de phényle, naphtyle, etc). Ces sels ont une saveur amère ; ils se dissolvent facilement dans l'eau et donnent des précipités cristallins avec les chlorures d'or, de platine et de mercure, ainsi qu'avec les picrates et les bichromates alcalins. Les bases libres sont décomposées par ébullition avec les alcalis ; il y a formation d'alcool méthylique et régénération du sulfure primitif :

$$(C_{10}H_7)_2 = S < \begin{matrix} CH \\ OH \end{matrix} \quad = \quad (C_{10}H_7)_2 = S \quad + \quad CH_3OH$$

M. H. Ziegler expose ses idées sur les divers *états d'agrégation de la matière*. Selon lui, la matière est formée de particules sphériques, absolument impénétrables, incompressibles et indivisibles, toutes identiques les unes aux autres et possédant un mouvement propre dont la vitesse est constante et égale à celle de la lumière. Ces particules constituent à la fois ce que les physiciens appellent la *masse* et ce qu'ils nomment l'*énergie*.

L'espace est constamment parcouru par ces particules, qui y sont dans des conditions de flux et de reflux perpétuels et qui y subissent des condensations et des désagrégations successives, d'où résultent les différents *états* de

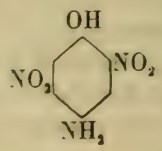
la matière. Ces états se divisent en deux grandes catégories : ceux dans lesquels la densité est inférieure et ceux dans lesquels elle est supérieure à la moitié de la densité possible. Dans le premier cas les assemblages de particules ne sont pas soumis à la gravitation ; ils sont toujours en mouvement et se manifestent à nos sens par des perceptions lumineuses, auditives et olfactives. Dans le second cas la densité des agrégats est telle qu'ils deviennent soumis à l'action de la gravitation ; ils constituent alors *l'état corporel*, seul visible, tangible et pondérable (vapeurs, liquides et solides).

Les diverses formes des deux états s'expliquent, d'après M. Ziegler, par les positions respectives ou les mouvements des particules suivant les trois dimensions de l'espace. Sa théorie a l'avantage de la simplicité ; elle ramène tous les phénomènes de la nature à une cause unique, et conduit, d'autre part, à une série de conséquences intéressantes, qu'il a déjà développées dans ses publications antérieures.

Séance du 11 janvier 1906.

F. Reverdin et E. Delétra. Nitration du monobenzoyl- et du dibenzoyl-p-aminophénol. — I. Goldberg. Phénylation de l'acide anthranilique. — F. Kehrmann et C. Modebatzé. Constitution des colorants thiaziniques.

M. F. Reverdin communique le résultat de recherches qu'il a faites avec M. E. Delétra sur la *nitration du monobenzoyl- et du dibenzoyl-p-aminophénol.* Lorsqu'on nitre le monobenzoyl-p-aminophénol avec un mélange d'acides sulfurique et nitrique, on obtient, comme en partant de l'acétyl-p-aminophénol, un dérivé dinitré de la série de l'acide isopicramique :



On arrive au même résultat en opérant avec l'acide nitrique de densité 1,50 à une température inférieure à 0° ou avec l'acide de densité 1,34 à 20-25°.

Pour ce qui concerne le dibenzoyl-*p*-aminophénol, on sait, d'après les recherches de MM. Reverdin et Dresel[1], que l'acide nitrique seul fournit, suivant les conditions de l'expérience, un dinitro-dibenzoyl-aminophénol ou un mononitro-dibenzoyl-aminophénol, dans lesquels les groupes NO_2 sont en *ortho* par rapport au groupe NH_2. Avec un mélange d'acides nitrique et sulfurique, il se forme le même dérivé qu'en partant du monobenzoyl-*p*-aminophénol, par suite de l'élimination par l'acide sulfurique du groupe benzoyle lié à l'oxygène phénolique. Si l'on effectue, en revanche, la nitration en présence d'anhydride acétique ou d'acide acétique cristallisable, on empêche cette saponification et on obtient les mêmes dérivés qu'en nitrant avec l'acide nitrique seul. La présence du benzoyle à l'hydroxyle oriente donc les groupe NO_2 dans d'autres positions que ne le fait l'hydroxyle libre.

Mlle I. Goldberg décrit une nouvelle *synthèse de l'acide phénylanthranilique*. Lorsqu'on chauffe l'acide anthranilique avec le bromobenzène et une trace de cuivre, il y a condensation, et l'on obtient le rendement théorique en acide phénylanthranilique :

$$C_6H_4 < {}^{NH_2}_{COOH} + C_6H_5Br = C_6H_4 < {}^{NH.\,C_6H_5}_{COOH} + HBr$$

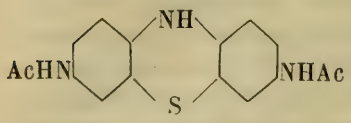
L'*o*- et le *p*-bromotoluène, l'*o*- et le *p*-nitrobromobenzène, les bromonaphtalines, fournissent de même les acides arylanthraniliques correspondants.

On peut par le même procédé phényler les amides. En chauffant la benzamide ou la salicylamide avec le bromobenzène et le cuivre, on obtient la benzanilide ou la salicylanilide :

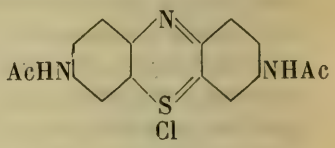
$$C_6H_4 < {}^{OH}_{CONH_2} + C_6H_5Br = C_6H_4 < {}^{OH}_{CO.NH.C_6H_5} + HBr$$

[1] *Archives* **18**. 433 ; **19**. 353.

M. F. Kehrmann, dans un travail fait en collaboration avec M. C. Modebadzé, a soumis le dérivé acétylé de la formule I, lequel est insoluble dans l'eau et dans les acides, à l'oxydation au moyen du chlorure ferrique.

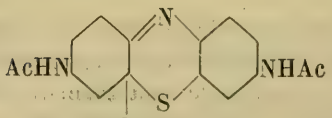


I.

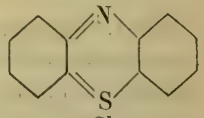


II.

Il a obtenu ainsi un colorant rouge, soluble dans l'eau et possédant toutes les propriétés des composés non aminés de l'azthionium. Sa constitution répond donc au schéma II. Par élimination des groupes acétyle, il fournit la thionine; on doit par conséquent le considérer comme la *diacétylthionine*. Les alcalis précipitent de sa solution aqueuse une base rouge qui se transforme par la chaleur en une pseudoforme jaune-clair. Celle-ci a probablement la formule III.



III.



IV.

Ces observations semblent justifier l'idée suivant laquelle les colorants thiaziniques doivent être regardés comme les dérivés aminés ou hydroxylés du phénazthionium (IV).

A. P.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

O. Aschan. Chemie der alicyklischen Verbindungen. Braunschweig 1905. F. Vieweg und Sohn.

Le domaine de la chimie organique est devenu si vaste, qu'il n'est plus guère possible aujourd'hui d'écrire un traité complet et détaillé de l'ensemble de cette science. L'entreprise exigerait un temps et un travail que peu de savants sont à même de lui consacrer ; elle serait en outre, selon nous, d'une utilité contestable. On se trouve donc amené, si l'on veut réunir et exposer sous une forme didactique tous les résultats acquis, à se limiter à une partie seulement du sujet. De là le grand nombre des monographies qui ont vu récemment le jour, surtout en Allemagne, et dont nous avons analysé la plupart ici même. Celle que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs traite de cette classe de corps que l'on a appelés successivement composés hydroaromatiques, cycloparaffines, dérivés polyméthyléniques, et que l'on désigne plus volontiers maintenant sous le nom de combinaisons alicycliques. Cette classe très nombreuse, mais assez mal délimitée, qui comprend entre autres les terpènes et les camphres, a été beaucoup étudiée depuis quelque vingt ans : les résultats de ces recherches, disséminés dans les divers périodiques, n'avaient pas encore été rassemblés et groupés dans leur ordre logique. L'ouvrage de M. Aschan comble cette lacune ; il rendra des services à tous ceux qui s'occupent des composés en question ; ils trouveront dans ce fort volume de 1100 pages tous les renseignements désirables sur le sujet, accompagnés de plus de 5000 renvois aux sources originales. La première partie du livre renferme un aperçu historique, suivi de données relatives à la théorie et aux propriétés générales des composés alicycliques ; la seconde partie, purement descriptive, traite de chacun d'eux en particulier.

A. Bernthsen. Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie. Neunte Auflage. Braunschweig 1906. F. Vieweg und Sohn.

Le traité de Bernthsen est trop connu et apprécié de tous ceux qui débutent dans l'étude de la chimie organique, pour qu'il soit nécessaire d'en faire ici une fois de plus l'éloge. Nous nous bornerons à signaler cette nouvelle édition, et à dire qu'elle ne le cède en rien aux précédentes quant au choix judicieux des matériaux et à la clarté avec laquelle sont exposées les réactions fondamentales des corps et les conséquences théoriques qui en découlent. Le plan général de l'ouvrage est resté le même ; la classification a cependant subi une modification, que nous croyons heureuse. La répartition classique des corps organiques en deux séries (série grasse et série aromatique) a fait place, pour la première fois, à la division, aujourd'hui plus rationnelle, en trois grandes classes : les dérivés du méthane, les composés isocycliques (il serait plus correct de dire homocycliques) et les composés hétérocycliques. Cette nouvelle classification est devenue nécessaire par suite du grand nombre de recherches récentes auxquelles cette dernière catégorie de composés a donné lieu.

A. Werner. Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie. Braunschweig 1905. F. Vieweg und Sohn.

Sous ce titre, le savant professeur de l'Université de Zurich a réuni, en les complétant sur beaucoup de points, les divers articles qu'il a publiés dans ces dernières années sur la systématique des éléments et la constitution des composés minéraux. On connait les idées, peut-être un peu hardies parfois, mais toujours ingénieuses et séduisantes, qu'il a émises sur ces questions ; on les retrouve ici développées, avec un grand talent d'exposition, en trois chapitres d'inégale longueur. Le premier traite du système périodique des éléments et des modifications à apporter au tableau de Mendeleieff. Dans le second cha-

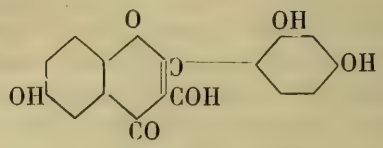
pitre, M. Werner s'occupe de la question de la valence et soumet à une critique serrée les idées actuellement en cours sur ce sujet. Dans le troisième chapitre enfin, de beaucoup le plus long et le plus important, l'auteur résume ses longs travaux sur les combinaisons inorganiques complexes ; il en tire cette conclusion, que la théorie de la valence, qui a rendu de si grands services en chimie organique, ne suffit pas à expliquer la formation de ces combinaisons, qu'elle doit être élargie et remplacée par une hypothèse plus générale. Il part de ce point pour établir sa nouvelle théorie de la coordination, qui est certes l'une des conceptions les plus intéressantes qui aient vu le jour depuis longtemps dans le domaine de la chimie minérale.

E. Bonifazi, St. von Kostanecki et J. Tambor. Synthèse du 2.2'.4' Trioxyflavonol (*Ber. der deutsch. chem. Ges.* t. 39, p. 86 à 91, 29, I, 1906, Berne).

Tandis que parmi les Oxyflavones, celles qui renferment deux groupes hydroxyles en position ortho, sont seules susceptibles de se fixer sur mordants, tous les Oxyflavonols sont doués de cette propriété à cause de la présence du groupe tinctogène $\begin{array}{l} C = O \\ | \\ C - OH \end{array}$. Ce groupement est cependant peu énergique à ce point de vue, mais ses propriétés sont exaltées par la présence d'hydroxyles libres ; c'est ainsi que plusieurs mono-oxy, di-oxy et tri-oxyflavonols, même sans hydroxyle en position ortho, donnent de jolies nuances jaunes sur l'alumine. Quoique cette observation soit importante pour expliquer le pouvoir colorant du Morin (1.3.2'.4'. tetra-oxyflavonol) qui ne renferme pas de groupe hydroxyle en position ortho, on n'avait pas trouvé jusqu'à présent d'analogie à ce point de vue chez les oxyflavonols dépourvus d'hydroxyle en position ortho. Les auteurs du présent mémoire ont préparé un nouveau *trioxyflavonol* qui se trouve dans ce cas et qui donne sur mordant d'alumine des colorations jaune intense, c'est le *2.2'.4'. trioxyflavonol*, dont ils communiquent la synthèse.

Il a été préparé par la méthode générale de Kostanecki Lampe et Tambor en partant de la quinacétophénone et de l'aldéhyde résorcinique.

Le *2.2'.4'. trioxyflavonol*



cristallise en aiguilles jaune-pâle, renfermant I aq. et fond à 285°. Il donne sur les tissus mordancés à l'alumine et au fer, des nuances intenses, ce qui montre que la présence des hydroxyles en positions 2 et 4 exalte le pouvoir tinctogène du groupe $\begin{matrix} C = O \\ | \\ C - OH \end{matrix}$ et que le Morin se comportant d'une manière analogue peut très bien être constitué par le 1.3.2'.4'. tetraoxyflavonol. Le 2.2'.4'. trioxyflavonol donne facilement par acétylation un dérivé tétra-acétylé, qui cristallise dans l'alcool en aiguilles blanches, F 163°. On sait d'autre part que quelques oxyflavonols renfermant des groupes hydroxyles en position « anchi » donnent difficilement des dérivés acétylés bien cristallisés.

St. von Kostanecki, V. Lampe et S. Triulzi. Sur les propriétés tinctoriales du 3.2'.4'. Trioxyflavonol (*Ber. der deutsch. chem. Ges.*, t. 39, p. 92 à 96; 29, I, 1906, Berne).

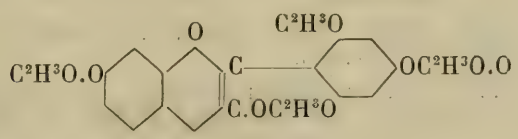
Le *3.2'.4'. Trioxyflavonol* est relativement au *Morin* ce que la *Fisètine* est à la *Quercétine*. Les auteurs ont trouvé intéressant de chercher à préparer ce colorant (qu'ils appellent *Résomorin*), ce qui doit contribuer à expliquer les propriétés tinctoriales du *Morin*. Malheureusement en appliquant à ces recherches la méthode de synthèse de Kostanecki Lampe et Tambor, les auteurs n'ont pu obtenir le Résomorin dans un état de pureté qui permette de

l'analyser, ce produit se déposant toujours de sa solution sous forme gélatineuse; ils ont du se contenter de déterminer ses propriétés tinctoriales et d'analyser son dérivé acétylé. C'est en partant de la 1.3. Diméthoxybenzaldéhyde et du Péonol qu'ils ont opéré la synthèse par la méthode générale déjà souvent décrite ici même.

Le *3.2'.4'. Trioxyflavonol* ou *Résomorin* se fixe sur mordant de fer en un brun olive intense.

Cette observation est intéressante en ce sens que le Morin lui-même devant ses propriétés à la présence du groupe $\begin{array}{l} C = O \\ | \\ C - OH \end{array}$ et à celle de l'hydroxyle placé en position «péri» relativement à l'oxygène cétonique, on pouvait être induit à accorder à la présence de ce dernier une grande importance. Le fait que le Résomorin, plus pauvre en hydroxyles que le Morin et ne renfermant pas d'hydroxyle en position «péri» relativement à l'oxygène cétonique, se fixe comme le Morin sur les mordants montre que les propriétés tinctoriales sont dues avant tout à la présence du groupe $\begin{array}{l} C = O \\ | \\ C - OH \end{array}$. Ce groupe peut cependant gagner en importance au point de vue tinctorial par la présence des hydroxyles en positions 2' et 4'.

Le Résomorin donne par une courte ébullition avec l'anhydride acétique et l'acétate de soude un *dérivé acétylé*, qui cristallise dans l'alcool étendu en rosettes, F 129-130° et qui constitue l'*acétyl-3.2'.4'.-triacétoxyflavonol* correspondant à la formule de constitution :



LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1905

Octobre

531. Alber (Eugen). Ueber Benzylcrotonsäure. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

532. Asher (Leon) und Rosenfeld (R.). Ueber das physikalisch-chemische Verhalten des Zuckers im Blute. Bern. Physiol. Inst. der Univ. — *Centr.-Blatt Physiol.* **19**. 449.

533. Bachmann (Paul). De l'action du soufre sur l'acénaphtène. *Thèse.* Fribourg (Dr Dziewonski).

518 *bis.* Bacovesco (A.) et Pictet (Amé). Sur l'isostrychnine. Genève. — *Comptes rendus* **141**. 562.

534. Baden (Philippe). Contribution à l'étude des dissociants autres que l'eau. *Thèse.* Lausanne (Prof. Dutoit).

535. Benz (Robert). Conductibilités d'électrolytes binaires et ternaires dans l'acétone. *Thèse.* Lausanne (Prof. Dutoit).

536. Bernhard (Henri). Recherches sur quelques dérivés du biphénylméthylolide. *Thèse.* Genève (Prof. Græbe).

537. Berthoud (Henri). Un cas de combustion lente. Autoxydation des thiuréthanes aliphatiques bisubstituées. *Thèse.* Neuchâtel (Prof. Billeter).

538. Bleier (Hugo). Ueber Triacylhydroxylamine. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

539. Bünzly (Hans) und Decker (Hermann). Zur Oxydation des β.β - Dinaphtols. Genf. Univ.-Lab. - *Berichte* **38**. 3268.

540. Bürki (Peter). Beiträge zur Kenntnis der Kobaltiverbindungen. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

541. Burow (Robert). Beiträge zur Entscheidung der Frage, ob die Caseine verschiedener Tierarten identisch sind. *Dissert.* Basel (Prof. v. Bunge).

542. Couleru (M.). Chloratbestimmungen und Ausbeuteberechnungen in der elektrolytischen Industrie der Chlorate. Genf. — *Chem.-Zeitung* 29. 1072.

543. Dumitrescou (G.). Recherches sur la composition chimique de quelques roches des Carpathes roumains. *Thèse*. Genève (Prof. Duparc).

665 *bis*. Engler (Harry). Amino- et oxyquinolones. *Thèse*. Genève (Dr Decker).

544. Gebhard (N. Leslie). Ueber Tetramethylbenzidindioxyd und die Oxydation von p-Dimethylaminobenzaldehyd mit Sulfomonopersäure. *Dissert*. Zürich (Prof. Bamberger).

545. Gemuseus (Alfred). Das Stovaïn, ein neues Lokalanästhetikum. *Dissert*. Bern.

546. Ham (Willem). Kondensations-Versuche mit Nitrosokörpern. *Dissert*. Zürich (Prof. Bamberger).

547. Hartwich (C.). Die Verbreitung alkoholischer Genussmittel auf der Erde. Zürich. — *Apotheker-Zeitung* 20. 825. 838.

548. Heffter (A.). Ueber Autens Methode der quantitativen Jodbestimmung im Harn. Bern. Inst. für med. Chemie. — *Zeitschr. exper. Pathol.* 2. 433.

500 *bis*. Hoffbauer (Richard). Beiträge zur Kenntnis der Aloe. *Dissert*. Bern (Prof. Tschirch).

549. Ignatieff (M.-J.). Etude expérimentale sur l'épiosine. *Thèse*. Genève (Prof. Mayor).

550. Kamenzove (Zénaïde). La stovaïne, étude expérimentale. *Thèse*. Genève (Prof. Mayor).

551. Landau (Leon). Ueber die Beweglichkeit der Halogenatome in der Benzolseitenkette. *Dissert*. Zürich (Prof. Werner).

552. Lunge (G.). Zur Schwefelbestimmung im Pyrit. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* 18. 1656.

553. Lunge (G.) und Berl (E.). Zur Untersuchung von Mischsäuren aus Schwefelsäure und Salpetersäure. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* 18. 1681.

554. Monnier (Alfred). Les matières minérales et la loi d'accroissement des végétaux. *Thèse*. Genève (Prof. Chodat).

555. Müller (H.). Die Herstellung ungegorener und alkoholfreier Obst- und Traubenweine. Frauenfeld.

556. Müller (Hermann). Die Reduktionsprodukte des 2,4-Dinitrorhodanbenzols. *Dissert*. Basel (Prof. Fichter).

557. Neuhaus (François). Contribution à l'étude des ferments oxydants. *Thèse*. Genève (Prof. Chodat).

558. Panchaud (Adalbert). Ueber Wertbestimmung von Tinkturen und Extrakten. Basel. - *Schweiz. Wochenschr.* **43.** 558.

559. Pfeiffer (P.) und Trieschmann (A.). Zur Bestimmung der Configuration stereoisomerer Chromsalze. Zürich. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* **342.** 283.

560. Rusiecka (M. de). La limite de déterminabilité microchimique du mercure dans l'urine, le lait et le sang. *Thèse.* Lausanne.

561. Schærges (C.). Ueber Secornin und die wirksamen Bestandteile des Mutterkorns. Basel. — *Pharm. Centralh.* **46.** 789.

437 *bis.* Spindler (O. von). Zum Borsäure-Nachweis. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **43.** 659 und *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* **10.** 478.

562. Steinmann (A.). Modifikation der Welmansschen Zucker- und Fettbestimmungsmethode in den Kakaopräparaten. Genf. — *Chem.-Zeitung* **29.** 1074.

563. Stotzer (Ernst). Das Alypin, ein neues Lokalanaestheticum. *Dissert.* Bern.

524 *bis.* Sturm (E.). Ueber die Veränderlichkeit des spezifischen Gewichtes. *Dissert.* Basel (Prof. Kahlbaum).

564. Utudjian (Mihrtad). La distinction du lait cru et du lait cuit par la méthode d'Arnold. *Thèse.* Lausanne (Prof. Galli-Valerio).

565. Vogel (Rudolf). Ueber pyridinhaltige Kobaltammoniake. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

466 *bis.* Winogradoff-Mouravieff (Anna). Une nouvelle synthèse du phénylchrysofluorène. *Thèse.* Genève (Dr Ullmann).

Novembre.

566. Aeschbacher (Siegfried). Ueber den Einfluss krankhafter Zustände auf den Jod- und Phosphorgehalt der normalen Schilddrüse. *Dissert.* Bern (Prof. Heffter).

567. Aigner (Gottfried). Beiträge zur Kenntnis über die technische Darstellung von Aetznatron und Chlor durch Elektrolyse bei Anwendung von Quecksilber-Kathoden. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

568. Battelli (F.) et Stern (Mlle L.). Oxydation des substances organiques par le sulfate ferreux en présence d'extraits de tissus animaux. Genève. — *Comptes rendus* **141.** 916.

569. Blom (A.) und Tambor (J.). Ueber das 3-Methoxy-cumaranon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **38.** 3589.

570. Christie (W.-A.-K.). Ueber die quantitative Bestimmung von Chlor und Kohlensäure nebeneinander. *Dissert.* Zürich (Prof. Treadwell).

516 *bis*. Cristofoletti (Ugo). Studien über Rheum rhaponticum. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

571. Drzewiecka-Dowgierd (Anna). Le narcyl. *Thèse.* Genève (Prof. Mayor).

572. Eckstein (Oskar). Ueber Binaphtylenoxyde. Genf. Org.-chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **38**. 3660.

573. Gisiger (Erwin). Ueber β-Methyl-β·γ-Pentensäure und β-Methyl-αβ-Pentensäure. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

574. Gockel (A). Weiteres über die Radioaktivität einiger schweizerischen Mineralquellen. Freiburg. — *Chem.-Zeitung* **29**. 1201.

511 *bis*. Grossmann (Hans). Beitrag zur Kenntnis des Verfahrens von Parr zur Bestimmung der Verbrennungswärme von Brennstoffen. *Dissert.* Zürich (Prof. Lunge).

575. Guye (Philippe-A.) et Davila (Ch.). Densité de l'oxyde azotique ; poids atomique de l'azote. Genève. — *Comptes rendus* **141**. 826.

576. Hartwich (C.). Beitrag zur Kenntnis einiger technisch und pharmazeutisch verwendeten Gallen. Zürich. Pharm. Abt. des Polytechn. — *Archiv der Pharm.* **243**. 584.

577. Heffter (A.). Ueber die bei der Autoxydation des Eosins entstehenden Produkte. Bern. Inst. für med. Chemie der Univ. — *Berichte* **38**. 3633.

578. Heffter (A.) und Capellmann (R.). Versuche zur Synthese des Mezcalins. Bern. Inst. für med. Chemie der Univ. — *Berichte* **38**. 3634.

501 *bis*. Heywang (Rudolf-Alfred). Synthese des Chromons. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

579. Kehrmann (F.). Ueber Azoxonium-Verbindungen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **38**. 3604.

580. Kehrmann (F.). Ueber farbige und farblose Diimine. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **38**. 3777.

175 *bis*. Kehrmann (F.) und Kaiser (Robert). Ueber ein neues Dinitro-diphenylamin. Genf. Univ.-Lab.— *Berichte* **38**. 3778.

581. Kostanecki (St. von) und Nitkowski (S.). Zur Synthese des Fisetins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **38**. 3587.

448 *bis*. Levier (Alexandre). Conductibilités limites de quelques électrolytes dans l'acétone. *Thèse.* Lausanne (Prof. Dutoit).

412 *bis*. Müller (Oscar). Beiträge zur Chemie der Guttapercha und des Kautschuks. *Dissert*. Bern (Prof. Tschirch).

582. Panchaud (Léon). Synthèse de l'euxanthone. *Thèse*. Genève (Dr Ullmann).

464 *bis*. Paul (Walter). Studien über das Euphorbium. *Dissert*. Bern (Prof. Tschirch).

583. Pfeiffer (P.). Zur Chemie der Tetrammin-chromsalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **38**. 3592.

404 *bis*. Pictet (A.). Ueber die Entstehung der Alkaloide in den Planzen. Genf. — *Pharm. Zeitung 1905*. Nr 85 und 86.

444 *bis*. Pictet (Amé) et Bon (A.). Sur l'anhydride acéto-arsénieux. Genève. Lab. de ch. pharm. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **33**. 1139.

584. Reverdin (Frédéric) und Philipp (Karl). Ueber einige Nitro halogen-derivate des Anisols. Genf.- *Berichte* **38**. 3774.

561 *bis*. Schærges (C.). Ueber Secornin und die wirksamen Bestandteile des Mutterkorns. Basel.—*Schweiz. Wochenschr*. **43**. 630.

585. Scheidig (Conrad). Zur Kenntnis des Metanitro- und Meta-amidosulfamide in der aromatischen Reihe. *Dissert*. Basel (Prof. Nietzki).

586. Schulz (Paul). Ueber Phosphorvanadinmolybdate. *Dissert*. Bern (Prof. Friedheim).

587. Treadwell (F.-P.) und Christie (W.-A.-K.). Ueber die Dichte des Chlorgases. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **47**. 446.

588. Tschirch (A.) und Stevens (A.-B.). Ueber den Japanlack. Bern. Pharm. Inst. der Univ. —*Archiv der Pharm*. **243**. 504.

589. Verda (Antoine). Contributions à l'étude de l'acide phosphomolybdique et de la réaction de Welmanns. *Thèse*. Lausanne (Prof. Seiler).

590. Vogt (O.). Ueber Farbenreaktionen zur qualitativen Prüfung der Leberöle. St-Gallen.—*Schweiz. Wochenschr*. **43**. 674.

591. Weber (Franz von). Ueber die Kondensation von Diphenylenglycolsäure mit Phenolen und Phenoläthern. *Dissert*. Freiburg (Prof. Bistrzycki).

592. Weiss (Eugen). Zur Kenntnis der synthetischen p-Dialkyldioxychinone. *Dissert*. Basel (Prof. Fichter).

778 *bis*. Zilkens (Franz). Ueber die Verwendung des Magnesiums zur Synthese von Kohlenwasserstoffen und anderen organischen Verbindungen. *Dissert*. Zürich (Prof. Werner).

Décembre.

593. Battelli (F.) et Stern (Mlle L.). Action modératrice de la catalase sur les oxydations produites par les extraits de tissus animaux. Genève. — *Comptes rendus* **141**. 1044.

594. Brasch (Ludwig). Ueber die Einwirkung von Phenylhydrazin auf Itadibrombrenzweinsäure. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

595. Dilthey (W.). Ueber Diphenyl-silicon und Benzyl-siliciumverbindungen. Zürich. Chem. Inst. der Univ. — *Berichte* **38**. 4132.

596. Gassmann (Theodor). Ueber propylendiaminhaltige Hexamminkobaltsalze. *Dissert.* Zürich (Dr Pfeiffer).

597. Goppelsrœder (Friedrich). Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse. Basel.

598. Gluérasimoff (Alexis). L'oxydation de l'alcool allylique par ferricyanure de potassium. *Thèse.* Genève (Dr Decker).

599. Günther (Arthur). Beiträge zur Kenntnis der Beckmannschen Umlagerung. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

600. Jensen (Orla). La composition du lait peut-elle être influencée par l'affouragement? Berne. Etabl. féd. d'essais pour l'industrie laitière. — *Annuaire agr. de la Suisse* **6**. 291.

601. Kehrmann (F.) und Duttenhöfer (A.). Ueber die Sulfin-Basen der aromatischen Reihe. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **38**. 4197.

602. Lunge (G.) und Stierlin (R.). Zur Bestimmung der Schwefelsäure durch die Chlorbaryumfällung bei Gegenwart störender Substanzen. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **18**. 1921.

603. Mayor (A.) et Nutriziano (G.). Les effets cardiovasculaires du chloral, du dormiol, de l'hédonal et de l'isopral. Genève. Lab. de thérap. de l'Univ. — *Revue méd. de la Suisse romande* **25**. 822.

604. Oesterle (O.-A). Ueber das Aloxanthin. Bern. — *Schweiz. Wochenschr.* **43**. 682.

293 *bis*. Pfeiffer (P.) und Pimmer (V.). Ueber pyridin- und chinolinhaltige Kupfersalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **48**. 98.

355 *bis*. Reintke (Eugen). Ueber die Abspaltung von Kohlenoxyd aus αα-Diarylpropionsäuren. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

584 *bis*. Reverdin (Frédéric) et Philipp (Karl). Sur quelques dérivés nitrohalogénés de l'anisol. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **20**. 675 et *Bull. de la Soc. chimique* **33**. 1320.

605. Schmidlin (Jules). Colorants basiques dérivés du triphénylméthane renfermant du soufre. *Thèse*. Genève.

47 *bis*. Schnurmann (Karl). Neue Darstellungsmethode zinnorganischer Verbindungen. *Dissert*. Zürich (Dr Pfeiffer).

606. Schulz (Auton). Ueber symmetrische und unsymmetrische Phenylhydrazinderivate. *Dissert*. Basel (Prof. Rupe).

607. Steinegger (R). Die Aldehydzahl der Milch. Liebefeld bei Bern. Schweiz. milchwirtschaftl. Versuchsanstalt.— *Zeischr. Unters. Nahrungsmittel* **10**. 659.

602 *bis*. Stierlin (Robert). Beiträge zur Bestimmung des Schwefels in Kiesen, Blenden und Abbränden. *Dissert*. Zürich (Prof. Lunge).

472 *bis*. Treadwell (F.-P.) und Anneler (E.). Zur quantitativen Bestimmung des Ozons. Zürich. Chem.-anal. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **48**. 86.

570 *bis*. Treadwell (F.-P.) und Christie (W.-A.-K.). Zur Analyse von elektrolytischem Chlor. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **18**. 1930.

587 *bis*. Treadwell (F.-P.) und Christie (W.-A.-K.). Neubestimmung der Dichte des Chlorgases. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **18**. 1934.

608. Tschirch (A.) und Bergmann (W.). Ueber die Herabol-Myrrha. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **243**. 641.

609. Vlekke (P.-F.). Die Kondensationen von Benzhydrol und Fluorenalkohol mit einwertigen Phenolen. *Dissert*. Freiburg (Prof. Bistrzycki).

610. Werner (A.) und Grün (A.). Ueber gemischte, Aethylendiamin und Ammoniak enthaltende Triamminkobaltsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **38**. 4033.

611. Wharton (Harold). Zur Kenntnis des m-Nitrobenzaldehyds. *Dissert*. Zürich (Prof. Bamberger).

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JANVIER 1906

Le 1er, neige depuis 4 h. du soir; hauteur 4cm.
2, forte bise à 7 h. du matin.
3, neige à 10 h. du matin et à 1 h. du soir: hauteur 9cm; pluie à 4 h. du soir.
4, pluie à 4 h. du soir.
5, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin; fort vent à 7 h. et à 9 h. du soir.
6, très fort vent de 1 h. à 9 h. du soir; fort orage, avec forte averse et chute de grésil à 5 h. du soir. Voir plus loin la note spéciale sur cette tempête.
7, pluie dans la nuit: fort vent à 9 h. du soir.
8, pluie dans la nuit et à 1 h. du soir; fort vent à 10 h. du matin.
9, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; fort vent à 1 h. du soir.
10, pluie dans la nuit et à 7 h. du soir; fort vent à 7 h. du matin et à 4 h. du soir.
11, légère gelée blanche le matin; forte bise à 4 h. du soir.
12, très forte gelée blanche le matin
13, gelée blanche le matin.
15, très forte gelée blanche le matin.
16, pluie à 10 h. du matin.
17, forte gelée blanche le matin.
18, fort vent de 1 h. à 4 h. et depuis 9 h. du soir.
19, fort vent jusqu'à 1 h. du soir; légère chute de neige à 10 h. du matin; pluie à 7 h. du soir.
20, neige dans la nuit; hauteur 3cm; très forte bise depuis 10 h du matin.
22, violente bise pendant toute la journée.
23, violente bise pendant toute la journée.
24, forte bise jusqu'à 10 h. du matin
26, neige dans la nuit et à 7 h. du matin: hauteur 5cm.
28, brouillard et léger givre depuis 10 h. du matin.
29, brouillard et givre pendant toute la journée.
30, brouillard et givre pendant toute la journée.
31, brouillard et givre le matin; forte bise depuis 4 h du soir.

Hauteur totale de la neige : 21cm tombés en quatre jours.

GENÈVE — JANVIER 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h	mm.	
1	29.6	29.5	29.9	29.72	+ 1.90	29.2	30.1	ENE. 1	N 1	NE. 1	var.	7.5	10	10	10	10	....	3.4	4
2	29.1	27.7	25.5	27.82	− 0.02	24.8	29.8	NNE 2	E. 0	E. 1	var.	3.6	10	10	10	10	....	....	....
3	24.8	25.3	30.1	26.50	− 1.36	24.8	30.6	E. 1	S. 1	S. 0	var.	1.7	10	10	10	10	....	6.8	**5**
4	31.3	32.1	33.9	32.30	+ 1.43	30.9	34.1	S. 1	S. 0	N. 1	var.	4.2	2	10	10	8	0.3	5.3	4
5	34.6	33.3	34.4	33.99	+ 6.10	32.5	35.0	SE. 0	SSW. 1	WSW 2	SSW. 1	7.5	10	10	5	9	....	0.2	1
6	28.7	24.8	27.9	27.50	− 0.40	20.0	33.6	E. 1	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	13.6	7	10	10	9	....	**10.5**	3
7	27.2	25.8	22.4	25.38	− 2.53	21.0	27.4	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 2	13.7	9	6	10	9	1.0	6.6	4
8	15.0	14.2	18.0	**16.22**	**-11.69**	**14.0**	20.6	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 2	14.2	10	10	10	9	....	6.5	4
9	25.0	26.7	24.9	25.09	− 2.83	21.5	26.9	NNW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	10.6	10	9	10	10	0.5	2.4	3
10	26.4	25.3	27.6	26.35	− 1.57	25.2	28.4	SSW. 2	SSW. 1	S. 0	SSW. 1	14.2	10	10	5	9	....	1.7	2
11	30.5	32.1	35.0	32.04	+ 4.12	28.9	35.4	S. 0	N. 1	N. 1	var.	3.3	9	5	0	4	3.0	....	....
12	35.9	35.5	34.9	35.66	+ 7.74	34.5	36.8	S. 0	S. 0	S. 0	var.	1.8	9	10	10	9	6.3	....	....
13	32.3	31.4	32.0	32.17	+ 4.25	31.2	34.3	S. 0	SSW. 1	NW. 1	var.	6.3	1	3	7	4	5.0	....	....
14	35.0	35.7	36.2	35.17	+ 7.26	32.2	36.6	SSW. 1	N. 1	N. 0	N. 1	7.9	10	4	0	6	7.0	....	....
15	35.5	32.7	33.4	34.27	+ 6.37	32.7	36.1	S. 1	N. 1	E. 1	calme	0.8	0	6	4	4	6.3	....	....
16	34.9	35.6	35.3	34.97	+ 7.08	33.6	36.2	E. 0	N. 0	S. 0	Calme	0.8	10	10	0	7	1.2	0.2	1
17	35.0	34.0	34.4	34.78	+ 6.90	34.0	35.4	S. 0	SW. 0	S. 0	var.	2.7	10	8	8	9	2.1	....	....
18	33.1	30.4	26.5	30.76	+ 2.89	24.9	34.3	N. 0	SSW 2	SSW. 2	SSW. 1	9.8	9	7	10	7	4.5	1.1	2
19	28.4	27.3	29.5	28.04	+ 0.19	25.3	30.0	SSW. 2	SSW. 2	S. 0	SSW. 1	9.4	9	8	10	6	2.2	2.5	3
20	31.6	32.8	34.3	32.43	+ 4.60	29.9	34.3	SW. 0	NNE. 2	NNE. 4	NNE. 2	19.8	10	7	1	5	1.3	....	....
21	31.9	29.0	26.1	30.02	+ 2.21	25.7	33.7	NE. 1	E. 1	E. 1	var.	7.9	5	8	6	4	3.6	....	....
22	25.2	25.4	27.9	25.81	− 1.98	25.0	27.0	NNE. 2	NNE. 4	NNE. 4	NNE. 3	36.5	7	3	4	5	**7.3**	....	....
23	29.9	29.5	32.6	30.21	+ 2.44	27.2	33.5	NNE. 5	NNE. 5	NNE. 3	NNE. 4	**49.6**	8	2	1	4	4.0	....	....
24	33.8	32.8	32.9	33.13	+ 5.39	32.2	34.0	NNE. 2	NNE. 1	E. 1	NNE. 2	20.9	7	9	7	7	0.5	....	....
25	31.9	30.9	29.4	30.95	+ 3.24	28.5	32.1	E. 1	SSW. 1	E 1	var.	3.1	10	3	10	9	3.0	2.3	3
26	28.3	29.0	31.6	29.22	+ 1.54	27.6	32.2	SW. 1	N. 1	S. 1	var.	2.1	10	8	7	7	1.9	....	....
27	34.3	35.0	36.5	34.71	+ 7.06	32.2	36.9	NE. 0	NE. 0	S. 0	calme	1.1	10	10	10	10	....	....	....
28	37.3	37.5	37.7	**37.28**	+ **9.67**	37.0	**37.7**	SE. 0	S. 0	S. 0	calme	0.7	10	10	10	10	....	....	....
29	37.6	35.7	35.5	36.21	+ 8.64	34.9	37.6	E. 1	W. 1	SE. 0	calme	0.6	10	10	10	10	....	....	....
30	34.9	33.8	33.3	34.13	+ 6.60	32.7	34.4	E. 1	SE. 0	SE. 0	calme	0.6	10	10	9	10	....	....	....
31	33.6	33.1	33.9	33.34	+ 5.85	32.6	33.6	S. 1	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 1	5.1	10	8	2	3	4.3	....	....
Mois	31.05	30.45	31.05	30.84	+ 3.47							9.08	8.5	7.9	7.0	7.5	59.3	49.5	39

GENÈVE — JANVIER 1905

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	- 1.6	- 1.0	- 1.9	- 1.45	- 1.24	- 2.3	- 0.3	92	78	96	91	+ 5	75	100	....	.....	1535
2	- 3.0	- 1.2	- 1.6	- 1.94	- 1.70	- 3.1	- 0.5	95	88	84	91	+ 5	80	98	4.5	- 0.9	1485
3	- 1.5	+ 0.2	+ 0.7	- 0.42	- 0.16	- 1.8	+ 1.3	96	93	96	95	+ 9	90	99	4.7	- 0.7	1515
4	- 0.3	3.6	4.8	+ 2.36	+ 2.64	- 1.6	6.0	96	86	87	91	+ 5	76	98	4.3	- 1.1	1500
5	+ 5.2	9.0	11.6	7.61	+ 7.90	+ 4.1	12.8	91	73	58	79	- 7	50	94	4.6	- 0.7	1520
6	4.6	11.6	6.9	7.51	+ 7.82	4.4	12.1	92	57	62	78	- 8	50	95	4.5	- 0.8	1535
7	3.6	8.7	5.4	5.46	+ 5.78	3.4	8.7	80	48	64	67	-19	48	82	....	.....	1565
8	6.6	7.4	6.6	6.30	+ 6.62	3.5	9.0	82	85	66	78	- 8	61	95	5.0	- 0.2	1555
9	4.4	6.9	5.6	5.71	+ 6.03	4.0	7.9	80	69	76	74	-12	50	91	5.8	+ 0.6	1600
10	8.0	9.6	5.6	7.80	+ 8.12	5.0	10.2	70	45	81	71	-15	43	100	5.2	+ 0.1	1540
11	+ 1.8	6.3	0.8	3.63	+ 3.95	- 0.3	7.1	93	68	82	82	- 4	58	98	5.4	+ 0.3	1550
12	- 1.8	3.8	2.1	0.95	+ 1.26	- 2.1	4.5	96	68	82	86	0	60	100	4.8	- 0.3	1535
13	+ 0.3	12.3	8.0	5.67	+ 5.97	- 0.3	**13.5**	81	31	47	**59**	**-27**	**28**	87	5.1	+ 0.1	1600
14	+ 6.4	9.6	3.3	6.64	+ 6.93	+ 1.3	11.2	67	50	73	61	-25	40	95	....	.....	1545
15	- 3.0	4.4	2.6	1.24	+ 1.51	- 3.2	7.0	96	62	83	81	- 5	60	95	5.0	0.0	1555
16	+ 3.4	6.8	1.4	4.00	+ 4.25	+ 0.3	8.1	76	76	92	79	- 7	68	96	5.0	0.0	1575
17	0.3	9.0	7.6	4.48	+ 4.71	- 1.0	12.5	92	67	66	74	-12	42	98	4.7	- 0.2	1505
18	6.0	11.8	+ 8.7	**8.50**	+ **8.70**	+ 5.0	13.4	81	49	52	65	-21	35	90	5.4	+ 0.5	1550
19	+ 2.6	2.3	0.0	2.32	+ 2.50	- 1.4	11.0	76	82	100	81	- 5	60	100	5.3	+ 0.4	1550
20	- 0.2	2.4	+ 1.3	+ 0.98	+ 1.12	- 1.7	3.7	97	65	75	81	- 5	58	100	5.0	+ 0.1	1580
21	- 1.8	+ 1.7	- 2.3	- 0.74	- 0.63	- 2.8	3.0	95	66	83	86	0	60	97	....	.....	1565
22	- 2.4	- 0.2	- 0.6	- 1.31	- 1.24	- 2.8	+ 0.9	87	74	74	80	- 6	61	96	4.9	+ 0.1	1570
23	- 5.6	- 4.2	- 4.8	- 4.77	- 4.74	- 6.0	- 1.0	90	78	90	86	0	70	93	4.0	- 0.8	1565
24	- 6.8	- 4.8	- 7.0	- **5.85**	- **5.86**	- **7.2**	- 4.3	91	72	89	83	- 3	65	97	1.8	- 3.0	1545
25	- 6.8	- 1.6	- 3.4	- 4.76	- 4.82	- 7.1	- 1.2	93	60	87	82	- 3	55	96	2.9	- 1.9	1477
26	- 3.0	+ 1.0	- 1.0	- 1.25	- 1.35	- 4.4	+ 2.4	92	79	88	87	+ 2	70	98	3.5	- 1.3	1455
27	- 1.0	+ 0.8	+ 0.2	- 0.19	- 0.34	- 2.5	2.0	92	82	89	90	+ 5	79	96	3.8	- 1.0	1445
28	- 2.0	- 0.4	- 1.6	- 1.32	- 1.53	- 2.4	+ 1.0	92	89	95	93	+ 8	85	98	...	.....	1430
29	- 3.6	- 1.6	- 2.2	- 2.23	- 2.49	- 4.0	- 1.0	100	96	100	**98**	+13	90	100	4.2	- 0.6	1455
30	- 3.2	- 0.4	0.0	- 1.39	- 1.71	- 4.0	+ 0.9	100	96	100	**98**	+13	93	100	4.0	- 0.8	1450
31	- 4.4	+ 3.2	+ 2.5	+ 0.41	+ 0.03	- 5.0	+ 5.8	100	77	67	83	- 2	50	100	4.0	- 0.8	1450
Mois	+ 0.04	+ 3.74	+ 1.91	+ 1.74	+ 1.82	- 1.08	+ 5.41	89	71	80	82	- 4			4.50	- 0.61	1529

MOYENNES DE GENÈVE. — JANVIER 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	27.68	27.26	27.17	27.25	26.48	26.03	27.20	27.62	27.09
2e »	32.68	33.03	33.22	33.60	32.74	32.77	33.14	33.04	33.03
3e »	32.38	32.38	32.61	32.92	31.98	31.52	32.11	32.30	32.27
Mois	30.96	30.94	31.05	31.31	30.45	30.15	30.86	31.03	30.84

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc	+ 3.06	+ 2.86	+ 2.60	+ 3.47	+ 5.48	+ 4.99	+ 4.56	+ 4.14	+ 3.89
2e »	+ 2.95	+ 2.03	+ 1.58	+ 3.21	+ 6.87	+ 6.57	+ 4.29	+ 3.22	+ 3.84
3e »	— 2.72	— 3.35	— 3.69	— 2.67	— 0.59	— 0.61	— 1.52	— 1.87	— 2.13
Mois	+ 0.97	+ 0.39	+ 0.04	+ 1.21	+ 3.74	+ 3.51	+ 2.32	+ 1.71	+ 1.74

Fraction de saturation en %.

1re décade	83	85	87	81	72	77	82	85	81
2e »	81	83	85	77	62	61	75	75	75
3e »	92	94	94	87	79	82	87	88	88
Mois	86	88	89	82	71	74	81	83	82

Dans ce mois l'air a été calme 221 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{93}{80} = 1.16$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 32°.9 E.
Son intensité est égale à 12.7 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique.....		730.85
Nébulosité		7.8
Température	$\frac{7+1+9}{3}$..	+ 1°.90
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+ 1°.90
Fraction de saturation.....		80 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875)	727.37
Nébulosité..	(1847-1875).	7.9
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	48mm.8
Nombre de jours de pluie.	(id.).	10
Température moyenne ...	(id.).	— 0°.08
Fraction de saturat.	(1849-1875)	86 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	63.0	66.2	46.0	56.8	62.5	40.5	45.5

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	45.3	49 5	46.8	41 6	40.6	46.3

Durée totale de l'insolation à Jussy : 62h.4.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE JANVIER 1906

Les 5, 6, 7, 8 et 9, neige.
les 6, 7, 8 et 9, très forte bise.
le 6, éclairs assez fréquents de 6 h. à 6 h. 30 m. du soir.
12, grande sécheresse de l'air, 18 % à 2 h. du soir.
14, brouillard et neige; grande sécheresse de l'air, 12 % à 10 h. du soir.
19, brouillard et neige.
20, très forte bise et neige.
les 23 et 26, neige.
23 et 24, très fort vent.
26, 30 et 31, violente bise.

GRAND SAINT-BERNARD — JANVIER 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	62.9	62.7	62.8	62.8	+ 1.4	62.5	63.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	7	10	6	....	....
2	62.2	64.0	62.8	63.0	+ 1.7	62.0	64.1	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	1	2	1	....	....
3	61.5	62.3	64.4	62.7	+ 1.4	61.3	64.6	SW. 3	SW. 3	NE. 1	SW. 3	10	8	9	9	1.2	1
4	65.8	66.9	68.5	67.1	+ 5.8	65.5	69.0	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	0	3	1	1	....	....
5	69.6	69.4	69.9	69.6	+ 8.3	69.1	70.0	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	8	10	9	13.5	5
6	67.3	64.0	60.0	63.8	+ 2.6	59.8	68.2	SW. 1	SW. 1	NE. 4	SW. 1	2	10	10	7	18.7	20
7	59.4	59.0	58.2	58.9	- 2.3	56.5	59.7	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	1	10	7	5.9	5
8	53.2	51.1	53.0	**52.5**	**- 8.7**	**51.0**	55.8	SW. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	**27.6**	**29**
9	56.6	60.4	60.9	59.3	- 1.9	55.4	61.2	NE. 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	7	10	9	10.7	10
10	60.8	61.3	62.0	61.4	+ 0.2	60.5	62.5	NE. 2	SW. 2	NE. 1	NE. 2	10	10	10	10	....	....
11	63.3	64.0	66.6	64.6	+ 3.5	63.0	67.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	4	3	0	2	....	....
12	68.6	69.1	69.9	69.2	+ 8.1	68.2	70.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	4	3	3	....	....
13	69.3	68.2	67.8	68.4	+ 7.3	67.5	70.1	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	1	1	2	1	....	....
14	67.7	67.8	69.1	68.2	+ 7.2	67.4	69.3	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	8	10	0	6	1.0	2
15	69.1	68.8	68.3	68.7	+ 7.7	68.0	69.5	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	1	4	2	....	....
16	67.8	68.5	69.1	68.5	+ 7.5	67.4	69.4	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	1	4	0	2	....	....
17	68.9	68.6	69.6	69.0	+ 8.0	68.4	70.0	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	5	2	2	....	....
18	68.7	67.3	64.3	66.8	+ 5.9	62.0	69.1	SW. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	0	4	5	3	....	....
19	59.3	57.8	59.2	58.9	- 2.0	57.5	60.0	NE 3	NE. 2	NE. 3	NE. 3	10	10	10	10	12.5	14
20	60.9	62.0	63.4	62.1	+ 1.2	59.9	63.5	NE. 2	NE. 3	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	0.2	...
21	61.5	59.4	57.0	59.3	- 1.5	56.1	62.0	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	2	0	1	....	....
22	55.7	55.9	56.1	55.9	- 4.9	55.3	56.8	NE. 1	NE. 1	NE. 3	NE. 2	0	0	10	3	....	....
23	57.7	58.0	60.6	58.8	- 2.0	57.4	60.9	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	7	10	6	1.5	2
24	61.3	61.1	60.8	61.1	+ 0.4	60.6	61.5	SW. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	1	1	0	1	....	....
25	60.7	60.3	60.2	60.4	- 0.3	60.0	61.0	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	4	1	....	....
26	59.8	61.7	64.1	61.9	+ 1.2	59.6	65.2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	7	0	6	3.5	3
27	67.1	69.0	69.9	68.7	+ 8.1	66.8	71.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
28	71.4	71.6	71.8	**71.6**	**+ 11.0**	71.0	**72.0**	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	0	0	1	....	....
29	70.4	69.8	68.9	69.7	+ 9.2	69.5	71.2	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
30	66.5	66.7	66.1	66.4	+ 5.9	66.3	67.0	NE. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	2	0	0	1	....	....
31	64.3	63.9	64.0	64.1	+ 3.6	63.5	64.5	NE. 3	NE. 4	NE. 3	NE. 3	0	10	10	7	....	....
Mois	63.86	63.90	64.17	63.98	+ 3.49							3.7	4.7	4.9	4.4	99.3	91

GRAND SAINT-BERNARD — JANVIER 1906

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 7.4	- 4.8	- 7.2	- 6.5	+ 2.1	- 9.2	- 4.8	25	34	42	34	30	85
2	- 9.4	- 7.6	-10.2	- 9.1	- 0.5	-11.0	- 7.5	72	70	56	66	40	80
3	-12.2	- 9.8	- 7.5	- 9.8	- 1.2	-13.0	- 7.3	98	100	100	**99**	40	100
4	- 8.0	- 4.6	- 6.2	- 6.3	+ 2.4	- 8.2	- 4.5	95	68	97	87	65	98
5	- 6.2	+ 0.6	- 4.2	- 3.3	+ 5.4	- 7.2	+ 0.6	100	76	95	90	50	100
6	- 0.8	- 3.4	- 7.6	- 3.9	+ 4.9	- 8.0	+ 0.4	58	75	100	78	48	100
7	- 9.8	-10.4	- 9.6	- 9.9	- 1.1	-12.0	- 8.0	100	100	92	97	80	100
8	- 7.6	- 4.0	- 8.2	- 6.6	+ 2.2	-16.0	- 3.9	95	99	97	97	91	100
9	- 9.6	- 5.6	- 4.6	- 6.6	+ 2.2	-10.1	- 5.4	95	94	96	95	83	100
10	- 8.5	- 6.6	- 7.2	- 7.4	+ 1.5	- 9.0	- 5.1	87	84	90	87	70	95
11	-10.6	- 8.9	-12.3	-10.6	- 1.7	-13.2	- 7.8	79	83	64	75	54	90
12	- 9.4	- 4.8	- 0.4	- 4.9	+ 4.0	-13.0	- 0.8	24	19	56	33	18	63
13	- 0.4	- 1.7	- 3.9	- 2.0	+ 6.9	- 4.8	+ **2.2**	63	38	35	45	30	71
14	- 4.4	- 6.8	- 7.2	- 6.1	+ 2.9	-11.0	- 4.6	82	95	13	63	**12**	96
15	- 8.4	- 7.0	- 6.4	- 7.3	+ 1.7	-12.0	- 5.8	23	56	34	38	20	80
16	- 7.4	- 5.2	- 8.0	- 6.9	+ 2.1	- 8.5	- 5.0	40	70	64	58	30	100
17	- 5.8	- 4.2	- 4.0	- 4.7	+ 4.3	- 9.0	- 3.6	28	72	82	61	25	95
18	- 4.8	- 2.0	- 3.8	- 3.5	+ 5.5	- 5.6	- 1.8	84	80	74	79	70	85
19	-10.6	-10.4	-13.4	-11.5	- 2.5	-14.2	- 4.8	79	82	82	81	75	89
20	-14.2	-12.2	-14.2	-13.5	- 4.5	-16.0	-12.0	84	84	84	84	80	90
21	-16.2	-12.6	-13.6	-14.1	- 5.1	-17.8	-12.5	48	34	38	40	30	80
22	-13.6	-14.6	-17.2	-15.1	- 6.0	-19.0	-13.5	38	54	92	61	35	95
23	-18.4	-15.9	-17.8	**-17.4**	**- 8.3**	-20.0	-15.5	90	88	90	89	80	95
24	-18.8	-15.6	-14.6	-16.3	- 7.2	**-21.2**	-14.3	54	63	60	59	50	70
25	-13.0	-10.2	- 8.8	-10.7	- 1.6	-16.4	- 8.5	58	35	44	46	20	75
26	-10.0	- 7.0	- 7.7	- 8.2	+ 0.9	-12.4	- 6.8	85	85	82	84	75	88
27	- 4.2	- 2.4	- 1.0	- 2.5	+ 6.6	- 8.8	+ 1.0	67	48	36	50	30	75
28	- 1.4	+ 0.6	- 1.5	**- 0.8**	**+ 8.3**	- 3.0	+ **2.2**	35	32	32	33	25	55
29	- 3.4	+ 0.6	- 3.2	- 2.0	+ 7.1	- 3.8	+ 1.4	27	25	28	**27**	25	40
30	- 4.8	- 4.9	- 8.0	- 6.6	+ 2.5	- 8.5	- 4.6	34	37	92	54	30	95
31	- 9.8	-10.6	-12.2	-10.9	- 1.8	-13.0	- 7.8	50	88	88	75	45	90
Mois	- 8.68	- 6.90	- 8.12	- 7.90	+ 1.14	-11.25	- 5.43	64	67	69	67		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500mm +				**Fraction de saturation en %**			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	61.93	62.14	62.25	62.11	82	80	87	83
2e »	66.41	66.21	66.73	66.44	59	68	59	62
3e »	63.31	63.40	63.59	63.45	53	54	62	56
Mois	63.86	63.90	64.17	63.98	64	67	69	67

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 7.95	— 5.62	— 7.25	— 6.94	— 7.02
2e »	— 7.60	— 6.32	— 7.36	— 7.10	— 7.16
3e »	— 10.33	— 8.60	— 9.60	— 9.51	— 9.53
Mois	— 8.68	— 6.90	— 8.12	— 7.90	— 7.95

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{108}{47} = 2.30$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 65.6 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	67.0	37.9	37.4	99.3
Neige en centimètres....	22cm	22cm	29cm	91cm

LA TEMPÊTE

DU 6 JANVIER 1906

(avec la pl. V)

Dans l'après-midi du 6 janvier, une tempête de courte durée mais de grande violence a sévi sur la majeure partie de la Suisse. Elle a été caractérisée, à Genève, par une baisse rapide du baromètre, suivie d'une hausse plus rapide encore et plus forte, par une baisse très rapide de la température après plusieurs heures très chaudes, par un orage et un vent violent soufflant par bourrasques, accompagnés d'une chute de pluie et de grésil.

La planche ci-jointe reproduit les diagrammes des principaux instruments enregistreurs de l'observatoire de Genève, dessinés à la même échelle horaire par M. Pidoux, astronome, qui y a joint le relevé de la direction et de la vitesse du vent d'après l'anémomètre de Richard.

La forme de la courbe du barographe de Redier pourrait faire croire au passage d'une *tornade*, et j'ajoute que le barographe et le thermographe de Richard installés chez moi, à Cologny, à 3 km. au N-E. de l'observatoire, donnent des courbes très concordantes avec celles de l'observatoire. Mais les tracés des enregistreurs des autres stations suisses fournissent, pour le baromètre, des courbes moins accusées, indiquant seulement un fort *crochet de grain*. La *ligne de grain*[1] correspondante devait avoir une

[1] Voir à propos de la *ligne de grain* et du *ruban de grain* : la note de M. E. Durand-Gréville, La loi des grains et des orages, *Bulletin de la Société belge d'astronomie*, 10me année, p. 326, décembre 1905; ainsi que : Alfred Angot, Traité élémentaire de météorologie, p. 341.

direction approximativement NNE.-SSW. et cheminer à peu près de l'ouest à l'est.

Je dois les renseignements sur les autres stations suisses à l'obligeance de mes collègues, MM. les professeurs H. Dufour à Lausanne, Forster à Berne, A. Riggenbach à Bâle, et à M. le Dr Maurer à Zurich. La commission météorologique suisse, dont nous faisons partie, avait eu une séance à Berne le 6 janvier, et nous venions de nous séparer, quand nous avons été assaillis par la tempête en cours de route, tandis que nous regagnions nos domiciles respectifs : les uns vers Romont, à 5 h. 20 m., les autres entre Langenthal et Aarburg, aux environs de 6 heures.

Pour établir la succession du phénomène aux différentes localités, le mieux est de comparer les moments des minima absolus des *baromètres* et ceux de la chute brusque de la *température*. Le tableau suivant contient toutes les indications relatives à ces instants, exprimés en temps moyen de l'Europe centrale. (Dans la planche, le temps est le temps local de Genève, qui retarde de 35 minutes sur le temps moyen de l'Europe centrale.)

Station	Pression atmosphérique Minim.	Hausse		Baisse			Température	
»	h m	mm	h m	h m	o		h m	h m
Genève...	à 4 50	3.0	de 4 50 à	5 15	6.2	de	5 20 à	5 30
Cologny..	4 55	3.1	4 50	5 15	7.1		5 20	5 35
Lausanne.	5 0	3.0	entre 5h et 6h		4.3		après 5 heuress	
Berne....	5 0	3.4	»	»	6.0		5 40	5 50
Bâle.....	de 5 4 à 5 20	3.2	de 5 20 à	5 41	8.5		5 29	5 45
Zurich...	5 55	2.4	6 12	6 33	5.4		5 55	6 25

On peut admettre, d'après ces chiffres, que la ligne de grain aurait passé sur Bâle peu après avoir passé sur Genève et qu'elle aurait eu, en tenant compte de son passage à Zurich, un déplacement vers l'est d'environ 70 kilomètres à l'heure.

Le *vent* a soufflé par rafales, sans que la vitesse moyenne enregistrée par les anémographes ait pu être très forte.

A *Genève*, l'anémographe de Richard a enregistré des vitesses de plus de 60 kilomètres à l'heure un peu avant

5 heures et de nouveau après 7 heures. Il y a eu passablement d'arbres abattus, soit cassés, soit arrachés, dans la ville et dans ses environs. Ceux que j'ai vus étaient tous couchés dans la même direction, approximativement ouest-est. Le fait que le sol était dégelé et fortement détrempé a facilité la chute des arbres.

A *Lausanne,* la vitesse fournie par l'anémomètre de Robinson était de 72 à 84 kilomètres à l'heure entre 5 h. 1/4 et 6 h.

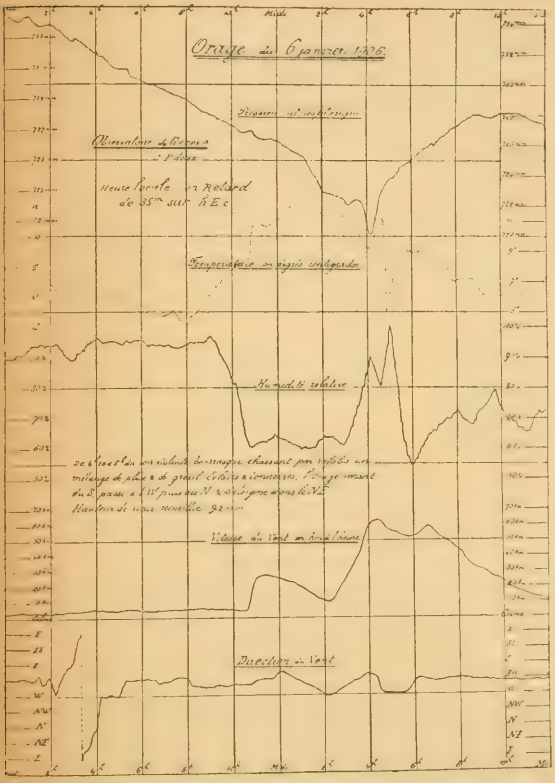
A *Berne*, l'anémographe a donné les vitesses moyennes suivantes pendant les cinq heures de 4^h à 9^h du soir : kilomètres 31.4, 43.8, 45.4, 58.2 et 39.0. La vitesse maximum a donc eu lieu entre 7^h et 8^h du soir: elle était de $16^m.2$ par seconde en moyenne; mais, comme le fait remar- M. Forster, la vitesse du vent était sensiblement plus forte à certains moments.

A *Zurich*, l'anémomètre de Dines (Pressure Tube) a accusé une demi-heure après le commencement du vent, une vitesse maximum de $22^m.5$ à la seconde, soit 81 km. à l'heure à 6^h 29^m. Il y a eu d'autres coups de vent violents dépassant 20^m à la seconde à 6^h 38^m, à 8^h 15^m et à 9^h 5^m.

La *pluie* et le grésil n'ont pas donné beaucoup d'eau. On a recueilli $9^{mm}.2$ à Genève, $5^{mm}.9$ à Bâle et des quantités analogues, voisines de 10 millimètres, dans les autres stations. La principale chute d'eau et de grésil a coïncidé avec la baisse brusque du thermomètre.

R. Gautier.

Diagrammes des instruments enregistreurs de l'Observatoire de Genève
(6 janvier 1906).



SUR

QUELQUES PROPRIÉTÉS DES RAYONS α ÉMIS PAR LE RADIUM

ET PAR

LES CORPS ACTIVÉS PAR L'ÉMANATION DU RADIUM

PAR

Henri BECQUEREL

(Note communiquée par l'auteur.)

Il y a quelques mois[1], à la suite d'un travail de M. Rutherford sur l'observation d'un ralentissement qu'éprouvent les rayons α en passant au travers de feuilles minces d'aluminium, j'avais fait reprendre d'anciennes expériences sur les rayons du radium. J'avais fait disposer, en particulier, une expérience différentielle permettant de recevoir, sur une même plaque photographique, un faisceau de rayons α issu d'une source linéaire traversant une fente parallèle à la source et à la plaque et dévié par un champ magnétique, faisceau dont une moitié n'avait traversé que de l'air, tandis que l'autre avait traversé, en outre, une ou plusieurs feuilles minces d'aluminium. Dans ces conditions, les deux bandes parallèles, qui sont les

[1] *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 485, 11 septembre 1905.

traces du faisceau dévié pour deux sens inverses du champ magnétique, doivent être plus écartées dans la partie du faisceau qui a traversé l'aluminium que dans l'autre. Les premières épreuves obtenues avec le rayonnement α du radium n'avaient pas présenté le décalage prévu.

Aussitôt mon retour à Paris, en octobre dernier, j'ai repris ces expériences en employant, comme sources, soit des sels de radium, soit des fils activés par l'émanation du radium, que M. Curie eut l'obligeance d'activer dans son laboratoire. Les résultats obtenus ont été conformes au fait annoncé par M. Rutherford (fig. 1).

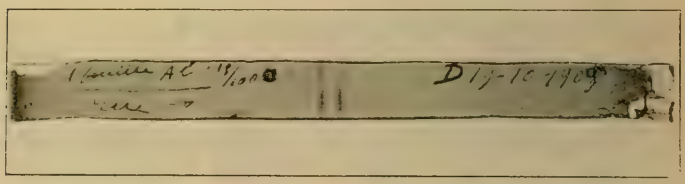


Fig. 1.

Voici, du reste, les moyennes de mesures faites sur quelques épreuves :

Désignation des épreuves	Nature de la source	Champ magnétique	Double déviation du faisceau dans l'air	Double déviation du faisceau au travers d'une lame d'aluminium e = 0mm,015	Rapports
			mm	mm	
D 19 - 10 - 1904	Fil activé	9659	2.360	2.658	1.122
A 21 - 10 - 1905	Sel de radium	9659	2.412	2.671	1.107
A 24 - 10 - 1905	id.	9384	2.222	2.423	1.090

Ces trois épreuves ont été obtenues avec le même appareil (distance de la source à la fente a = 2cm,145, distance de la fente à la plaque b = 1cm,940, distance totale a + b = 4cm,085). Le champ magnétique n'a

pas varié de plus de 3 à 5 millièmes pendant la durée de chaque expérience.

Depuis l'époque où j'avais obtenu ces épreuves, M. Rutherford en a publié de semblables[1] et il a montré, en outre, le fait important que l'écartement des bandes est plus grand dans l'air que dans le vide.

Ces résultats s'interprètent en admettant que la plus grande déviabilité du faisceau correspond à une augmentation de la courbure de la trajectoire, augmentation qui serait la conséquence d'une diminution de la vitesse des particules transportant les charges électriques positives qui constituent les rayons α. Cette diminution de vitesse doit, du reste, se manifester progressivement le long de la trajectoire dans l'air.

Je me suis proposé d'étudier, avec plus de précision que je ne l'avais encore fait, la trajectoire dans l'air des rayons α déviés par un champ magnétique, en utilisant une méthode photographique que j'avais déjà employée il y a plusieurs années.

La méthode consiste à recevoir un faisceau défini par une source linéaire et une fente parallèle située à une distance a, sur une plaque photographique inclinée reposant sur l'écran qui contient la fente et normale au plan du faisceau non dévié. L'impression de ce faisceau serait une droite ; mais s'il est dévié parallèlement à la plaque, d'abord dans un sens, puis dans l'autre, l'impression se compose de deux courbes divergentes qui se coupent au point de contact entre la fente et la plaque (fig. 2). La distance d'un point de la plaque au bord inférieur est proportionnelle à la hauteur

[1] *Philosophical Magazine*, janvier 1906, p. 166.

y du point considéré au-dessus du plan sur lequel repose la plaque et, si l'on connaît l'inclinaison de celle-ci, on peut déterminer cette hauteur. On mesure, d'autre part, l'écartement $2x$ de deux points des deux courbes ayant même y et l'on peut construire, par points, la trajectoire cherchée.

La plupart des nouvelles épreuves ont été obtenues en prenant comme source un fil de platine de $0^{mm}1$ à $0^{mm}2$ de diamètre, uniformément activé par l'émanation du radium. On a généralement opéré de la manière suivante : Comme l'intensité de la source était rapide-

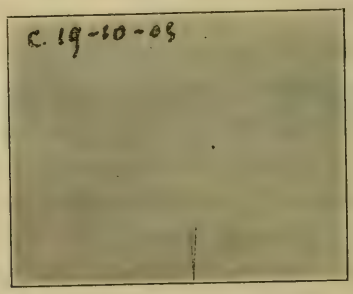


Fig. 2.

ment décroissante, on renversait le champ magnétique de cinq en cinq minutes pour régulariser les impressions des deux faisceaux déviés ; la source était d'abord recouverte d'une lame d'aluminum de $0^{mm}015$ d'épaisseur puis, au bout d'une demi-heure environ, on enlevait cette lame d'aluminium et on déplaçait latéralement la plaque photographique, de façon à obtenir à côté, sur la même épreuve et pour le même champ magnétique, les trajectoires des rayons n'ayant traversé que de l'air.

On reconnaît, de suite, que les rayons qui ont tra-

versé l'aluminium impressionnent la plaque moins loin que les autres (fig. 3).

De très nombreux pointés, exécutés avec un appareil micrométrique donnant le $^1/_{600}$ de millimètre, ont conduit aux moyennes rapportées ci-après. Les valeurs de l'écartement $2x$ des courbes divergentes étaient relevées, sur les plaques, à des distances du bord inférieur égales à des nombres entiers n de tours de la vis

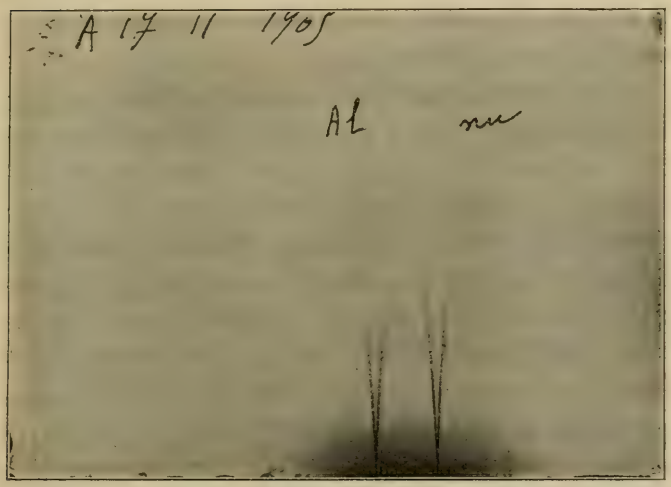


Fig. 3.

mesurant les coordonnées verticales et dont le pas était $0^{mm}94684$. Les hauteurs y correspondantes ont été calculées d'après l'inclinaison de la plaque, dans chaque expérience.

Si l'on trace, à grande échelle, un relevé graphique des observations, on obtient une courbe sinueuse au milieu de laquelle passe la courbe qui représente la trajectoire véritable. Théoriquement, dans un champ magnétique uniforme et dans le vide, cette trajectoire

doit être circulaire. J'avais reconnu antérieurement que, pour des y croissants, les circonférences normales au champ, qui passent par la source, la partie supérieure de la fente et un point de la trajectoire, ont des rayons progressivement croissants et les expériences actuelles confirment ce résultat ; mais, comme on va le voir, cette conclusion ne s'applique pas au rayon de courbure de la trajectoire et résulte d'une interprétation inexacte fondée sur la connaissance imparfaite de la véritable distance de la fente aux divers points de la plaque photographique.

Si l'on prend, comme origine des coordonnées, l'intersection du bord de la plaque et de la bissectrice des deux faisceaux, on observe que les courbes ne passent pas par cette origine, mais coupent l'axe des y au-dessous du bord de la plaque. Différents essais ont montré qu'on peut faire passer, au milieu des points qui représentent les observations, un arc de parabole dont le rayon de courbure varie assez peu dans les limites correspondantes pour qu'on puisse le confondre pratiquement avec un arc de cercle.

Soit $y = \mathrm{K}n$, la hauteur d'un point au-dessus du plan sur lequel repose la plaque photographique, $\mathrm{K}\varepsilon$, la distance de la fente au-dessous de ce plan, $\mathrm{K}n_0 = a$ la distance de la source au-dessous du même plan, l'équation d'une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des x et qui passe par la source, la fente et le point x, y peut s'écrire

$$2\,\mathrm{R}\,x = (y + a)\,(y + \mathrm{K}\,\varepsilon)\,[1]$$

[1] Sous cette forme on reconnaît le terme principal de l'expression qui donne le rayon d'un cercle passant par les trois points

$$\mathrm{R}^2\left[\frac{(y + a)\,(y + \mathrm{K}\,\varepsilon)}{2\,x} + \frac{x}{2}\right]^2 + \frac{(a - \mathrm{K}\,\varepsilon)^2}{4}$$

On a encore

$$2\,R\,x = K^2\,(n + n_0)\,(n + \varepsilon)$$

On a calculé les valeurs en 600e de millimètre $z = \dfrac{2\,x}{n + n_0}$ qui se placent très près d'une droite $z = (n + \varepsilon)\,\delta$, d'où l'on déduit $R = \dfrac{K^2}{\delta} \times 600$ valeur qui se confond pratiquement avec celle du rayon de courbure de la parabole

$$\rho = R\left[1 + \frac{1}{R^2}\left(y + \frac{a + K\,\varepsilon}{2}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}$$

Les tableaux suivants montrent le degré de concordance entre les observations et le mode d'interprétation qui vient d'être exposé.

Epreuve C - 19 - 10 - 1905				Epreuve A 17 - 11 - 1905					
a = 25,15 mm. K = 0,920. H. = 10809				a = 11,65 mm. K = 0,935 H = 12148					
dans l'air seul				dans l'air seul			au trav. de l'aluminium		
δ = 1,5546		$\varepsilon\delta$ = 0,43		δ = 1,7248	$\varepsilon\delta$ = 1,11		δ = 1,9334	$\varepsilon\delta$ = 1,39	
n	$2\,x$	$(n+\varepsilon)\,\delta$		$2\,x$	$(n+\varepsilon)\,\delta$		$2\,x$	$(n+\varepsilon)\,\delta$	
—	observé	observé	calculé	observé	observé	calculé	observé	observé	calculé
1	57.5	2.01	1.98	»	»	»			
2	105.2	3.55	3.54	»	»	»			
3	157.4	5.14	5.09	92.4	6.26	6.28	143.9	9.13	9.13
4	210.2	6.65	6.65	134.1	8.50	8.01	188.1	11.22	11.06
5	272.5	8.35	8.20	166.3	9.92	9.73	233.2	13.13	12.99
6	333.0	9.91	9.76	205.9	11.59	11.46	285.1	15.19	14.93
7	391.4	11.31	11.31	252.1	13.44	13.18	333.2	16.86	16.86
8	458.5	12.87	12.87	294.6	14.91	14.91	392.5	18.90	18.79
9	529.8	14.47	14.42	343.8	16 55	10.63	451.4	20.74	20.73
10	602.7	16 02	15.97	395.2	18.16	18.35	515.7	22.65	22.66
11	681.3	17.64	17.53	456.7	20.06	20.08	584.1	24.56	24.59
12	755.0	19.06	19.08	519.2	21.85	21.81	660.4	26.66	26.53
13	829.6	20.42	20.64	576.4	23.27	23.53	724.1	28.10	28.46
14	925.0	22.23	22.19	644.3	25.01	25.25	790.0	29.52	30.39
15	1018.7	23.90	23.75	722.2	26.98	26.98	888.7	32.01	32.32
16	1096.2	25.11	25.30	791.3	28.50	28.70	985.2	34.26	34.26
17	1193.0	26.74	26.86	872.6	30.34	30.43	»		
18	1297.0	28.43	28.41	950.8	31.94	32.15	»		
19	1397.0	29.97	29.97	1034.5	33.62	33.88	»		
20	1493.7	31.39	31.52	1131.3	35.61	35.60	»		
21	»	»		1233.3	37.63	37.33	»		
22	»	»		1318.7	39.05	39.05	»		
23	»	»		1437.0	41.24	40.78	»		

	Epreuve A – 16 – 11 – 1905						Epreuve A - 18 - 6 - 1903 (rayons du radium)		
	a = 25,15 mm, K = 0,920, H = 12148.						a = 20,4 mm, K = 0,983, H = 9955		
	dans l'air seul			au trav. de l'aluminium			dans l'air		
	$\delta = 1,7348$	$\varepsilon\delta = 0,70$		$\delta = 1,9037$	$\varepsilon\delta = 0,84$		$\delta = 1,6808$	$\varepsilon\delta = = 1,07$	
n	$2x$	$(n+\varepsilon)\delta$		$2x$	$(n+\varepsilon)\delta$		$2x$	$(n+\varepsilon)\delta$	
—	observé	observé	calculé	observé	observé	calculé	observé	observé	calculé
1	72.9	2.55	2.43	81.0	2.83	2.75	»	»	»
2	118.3	3.99	4.17	137.8	4.65	4.65	101.0	4.44	4.44
3	182.0	5 94	5.90	204.3	6.67	6.55	141.2	5.94	6.12
4	233.9	7.40	7.63	268.9	8.50	8.46	193.1	7.80	7.80
5	305.4	9.36	9.36	336.1	10.30	10.36	245.7	9.54	9.48
6	371.8	11.06	11.09	412.4	12.26	12.26	291.9	10.91	11.16
7	440.3	12.75	12.83	486.5	14.05	14.17	357.0	12.86	12.84
8	516.6	14.50	14.56	551.7	15.49	16.07	417.6	14.52	14.52
9	598.4	16.34	16.29	»	»	»	483.2	16.24	16.20
10	678.0	18.02	18.02	»	»	»	550.2	17.88	17.88
11	769.8	19.93	19.76	»	»	»	624.5	19.67	19.57
12	842·7	21.27	21.49	»	»	»			

On reconnaît d'abord que dans l'intervalle de chaque tableau, c'est-à-dire pour une longueur de 2^{cm} environ, le rayon de courbure varie peu ou, du moins, que la variation, si elle existe, est de l'ordre des erreurs d'expérience. On peut résumer ainsi les résultats :

Désignation des épreuves	Champ magnétique H	a	Valeur du produit $RH = \frac{K^2H.600}{\delta}$ dans l'air
		cm	
1. A – 17 – 11 – 1905	12.148	1.165	$3,71.10^5$
2. A – 18 – 6 – 1903	9.955	2.040	$3,43.10^5$
3. C – 19 – 10 – 1905	10.809	2.515	$3,53.10^5$
4. A – 16 – 11 – 1905	12.148	2.515	$3,56.10^5$

Les deux épreuves, faites avec le même appareil et pour des champs magnétiques différents, ont donné des résultats concordants. Il n'en est pas de même si l'on compare deux épreuves faites avec des dispositifs différents. Il semble que la cause de la divergence soit principalement la connaissance imparfaite du cœfficient K qui intervient par son carré et qui n'a pu, dans ces expériences, être déterminé avec autant de précision que les autres données. Sous cette réserve, la comparaison des épreuves 1 et 4 du tableau précédent indi-

querait une diminution de la courbure le long de la trajectoire.

J'appellerai particulièrement l'attention sur le tableau relatif à l'ancienne plaque (A-18-6-1903), faite avec les rayons du Radium et dont j'avais déjà publié des mesures. On voit qu'en tenant compte de la distance ε, les nombres correspondent, à très peu près, à une trajectoire circulaire. On doit donc rejeter définitivement l'interprétation que j'avais précédemment déduite et l'hypothèse d'un accroissement du rayon de courbure le long de la trajectoire.

La comparaison des trajectoires des rayons qui ont traversé une lame d'aluminium de $0^{mm}015$ et des rayons qui n'ont traversé que de l'air, conduit à des conclusions identiques à celles qui ont été exposées au début de cette note, comme le montre le résumé suivant :

Désignation des épreuves	Valeurs de δ		Rapport
	dans l'air	au travers de l'aluminium	
A - 16 - 11 1905	1.7318	1.9037	1·099
A - 17 - 11 1905	1.7248	1.9334	1.121

J'ajouterai, enfin, que des mesures faites en pointant les bords intérieurs et les bords extérieurs des images déviées, dans le but de mettre en évidence une dispersion, n'ont pas donné de différences supérieures aux erreurs d'observation.

En résumé, les mesures dont il vient d'être question, confirment l'existence d'un ralentissement des rayons α lorsqu'ils traversent une feuille d'aluminium, ainsi que l'avait observé M. Rutherford. Les rayons α du radium se sont comportés, dans ces expériences, comme les rayons α des corps activés par l'émanation.

LA GÉOMÉTRIE

DES FEUILLETS[1]

PAR

René de SAUSSURE

(Suite[1].)

---

§ 4. *La pentasérie du premier ordre et de la première classe.*

Par définition cette pentasérie est un système de feuillets tel qu'il établit sur toute droite D de l'espace une correspondance univoque entre les points M de cette droite et les plans P qui passent par cette droite.

Les deux lemmes suivants nous permettrons de démontrer l'existence de la pentasérie du premier ordre et de la première classe.

1° Dans toute pentasérie de feuillets, il y a une bisérie de feuillets en chaque point de l'espace ; *si cette bisérie est un couronoïde à point fixe, la pentasérie est du premier ordre ;* en effet soit d une droite quelconque de l'espace donnée avec son signe : en tout point m de cette droite, les feuillets de la pentasérie forment par hypothèse un couronoïde à point fixe m ;

[1] Voir *Archives*, février 1906, t. XXI, p. 134.

or dans un pareil couronoïde, à une droite donnée d (passant par m) ne correspond qu'un seul feuillet $(m\,d\,p)$, puisqu'un couronoïde à point fixe est déterminé par un certain faisceau de cônes (fig. 4) ayant leur sommet au point m, qu'il n'y a qu'un cône qui passe par une droite d donnée *avec son signe* et que ce cône n'a qu'un plan tangent p dont le signe est aussi déterminé. On voit donc, qu'à tout point m d'une droite d ne correspond qu'un feuillet $(m\,d\,p)$ de la pentasérie, c'est-à-dire un seul plan p passant par d ; la pentasérie est donc du premier ordre.

2° Dans toute pentasérie de feuillets, il y a une bisérie de feuillets dans chaque plan de l'espace (ou plutôt dans chaque face de chaque plan) ; *si cette bisérie est un couronoïde à plan fixe, la pentasérie est de la première classe ;* en effet, soit d une droite quelconque de l'espace donnée avec son signe : dans tout plan p passant par cette droite et donné avec son signe, les feuillets de la pentasérie forment par hypothèse un couronoïde à plan fixe p ; or dans un pareil couronoïde, à une droite d (située dans le plan p) et donnée avec son sens, ne correspond qu'un seul feuillet (mdp), puisqu'un couronoïde à plan fixe est determiné par un certain faisceau de cercles situés dans le plan p (fig. 5), qu'il y a deux cercles tangents à la droite d, donc deux points de contact m, mais qu'un seul de ces points convient au sens donné de la droite d. On voit donc, qu'à tout plan p passant par une droite donnée d, ne correspond qu'un seul feuillet (mdp) de la pentasérie, c'est-à-dire un seul point m sur la droite d ; la pentasérie est donc de la première classe.

Il résulte des deux lemmes précédents que : *s'il*

existe une pentasérie du premier ordre et de la première classe, ce sera une pentasérie telle qu'en chaque point de l'espace se trouvera un couronoïde de feuillets à point fixe et dans chaque plan (pris avec son signe) *de l'espace se trouvera un couronoïde de feuillets à plan fixe.* Cette pentasérie sera donc complètement déterminée par un faisceau de cônes en chaque point de l'espace et par un faisceau de cercles dans chaque plan de l'espace. Il y a ici une certaine analogie entre la pentasérie du premier ordre et de la première classe dans la géométrie de l'espace feuilleté et le *complexe linéaire* dans la géométrie de l'espace réglé, puisque dans un tel complexe il y a en chaque point de l'espace un faisceau de droites (cône du premier degré) et dans chaque plan de l'espace un faisceau de droites (tangentes à un cercle de rayon nul).

Démonstration de l'existence de la pentasérie du premier ordre et de la première classe : Soit $(M_0\ D_0\ P_0)$ un feuillet fixe ; si l'on construit l'hypercouronoïde dont $(M_0\ D_0\ P_0)$ est le feuillet polaire, on obtient une trisérie de feuillets $(m_0\ d_0\ p_0)$ telle qu'en un point quelconque m_0 il y a un seul feuillet $(m_0\ d_0\ p_0)$ et que, dans un plan quelconque p_0, il y a deux feuillets $(m_0\ d_0\ p_0)$ correspondant chacun à une face du plan p_0.

Il en résulte que si, en chaque point m_0 de l'espace, on construit le couronoïde à point fixe dont le feuillet polaire est le feuillet $(m_0\ d_0\ p_0)$ qui se trouve en ce point, on obtiendra, en chaque point m_0 une bisérie de feuillets $(m_0\ d\ p)$; les feuillets $(m_0\ d\ p)$ forment donc une pentasérie et *cette pentasérie est du premier ordre* puisqu'elle contient un couronoïde à point fixe en chaque point de l'espace.

De même, si dans chaque plan p_0 (pris avec son signe) de l'espace, on construit le couronoïde à plan fixe dont le feuillet polaire est le feuillet $(m_0\ d_0\ p_0)$ qui se trouve dans ce plan, on obtiendra dans chaque plan p_0 une bisérie de feuillets $(m\ d\ p_0)$; les feuillets $(m\ d\ p_0)$ forment donc une pentasérie et *cette pentasérie est de la première classe* puisqu'elle contient un couronoïde à plan fixe dans chaque plan de l'espace.

Je dis que : *les deux pentaséries ainsi construites coïncident et forment, par conséquent, une seule pentasérie du premier ordre et de la première classe*, dérivée d'un feuillet primordial unique $(M_0\ D_0\ P_0)$.

En effet, il suffit de démontrer qu'un feuillet quelconque $(m_0\ d\ p)$ de la pentasérie du premier ordre fait partie de la pentasérie de la première classe ; or, pour construire le feuillet $(m_0\ d\ p)$, on part du feuillet fixe $(M_0\ D_0\ P_0)$ (dans la fig. 6, le plan P_0 est le plan du triangle $\overline{a\ M_0\ b}$) ; on prend ensuite un point quelconque m_0 dans l'espace ; on construit le feuillet $(m_0\ d_0\ p_0)$ symétrique de $(M_0\ D_0\ P_0)$ par rapport au plan $\overline{a\ e\ k}$ perpendiculaire sur le milieu de $\overline{M_0\ m_0}$; on prend ensuite un plan quelconque passant par m_0 et l'on construit le feuillet $(m_0\ d\ p)$ symétrique de $(m_0\ d_0\ p_0)$ par rapport à ce plan (dans la figure, l'intersection des plans p et p_0 est la droite $\overline{m_0\ a}$ et cette droite rencontre le plan P_0 en un point a qui est équidistant des points M_0 et m_0 puisqu'il se trouve sur l'intersection $\overline{e\ a}$ des plans symétriques p_0 et P_0 ; on a donc $\overline{a\ M_0} = \overline{a\ m_0}$). Le feuillet $(m_0\ d\ p)$ ainsi construit se trouve dans le plan p ; ce plan p contient une bisérie de feuillets appartenant à la pentasérie de première classe et formant un

couronoïde à plan fixe p. Le théorème sera démontré si l'on prouve que le feuillet $(m_0\ d\ p)$ fait partie de ce couronoïde.

Or, pour construire ce couronoïde, il suffit de déterminer son feuillet polaire ; dans ce but, on prend l'intersection des plans p et P_0 (ce qui donne, sur la figure, une droite $\overline{a\ b}$ passant par a ; on mène le plan bissecteur $\overline{a\ b\ h}$ des plans p et P_0 et l'on construit le feuillet $(m_0'\ d_0'\ p)$ symétrique de $(M_0\ D_0\ P_0)$ par rap-

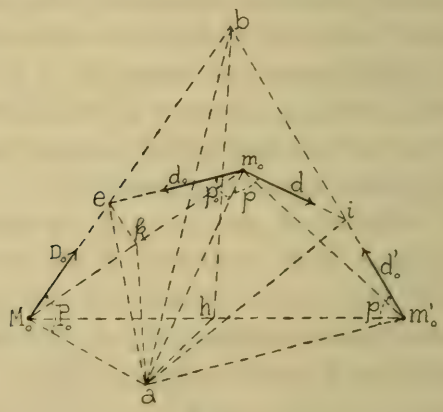


Fig. 6.

port à ce plan bissecteur (dans la figure, le point m_0 est donc dans le plan du triangle $a\ b\ m_0'$). Ainsi, il ne reste plus qu'à montrer que le feuillet $(m_0\ d\ p)$ fait partie du couronoïde à plan fixe dont le feuillet polaire est $(m_0'\ d_0'\ p)$, en d'autres mots, que les feuillets $(m_0\ d\ p)$ et $(m_0'\ d_0'\ p)$ sont symétriques par rapport au plan perpendiculaire sur le milieu de $\overline{m_0\ m_0'}$, c'est-à-dire, finalement, que l'angle $\widehat{m_0'\ m_0\ i}$ doit être égal à l'angle $\widehat{m_0\ m_0'\ i}$.

Or, on a, par raison de symétrie :

$$\text{angle } (a\, m_0\, i) = \text{angle } (a\, m_0\, e)$$
$$\text{angle } (a\, m_0\, e) = \text{angle } (a\, \mathrm{M}_0\, e)$$
$$\text{angle } (a\, \mathrm{M}_0\, e) = \text{angle } (a\, m_0'\, i)$$

d'autre part, on a aussi par symétrie :

$$\overline{a\, m_0} = \overline{a\, \mathrm{M}_0} = \overline{a\, m_0'}$$

Le premier groupe d'équations donne :

$$\text{angle } (a\, m_0\, i) = \text{angle } (a\, m_0'\, i)$$

et le second groupe montre que le triangle $\overline{a\, m_0\, m'_0}$ est isoscèle, c'est-à-dire que :

$$\text{angle } (a\, m_0\, m_0') = \text{angle } (a\, m_0'\, m_0)$$

En retranchant l'une de l'autre ces deux dernières équations, on a :

$$\text{angle } (i\, m_0\, m_0') = \text{angle } (i\, m_0'\, m_0)$$

C. Q. F. D.

§ 5. *Plan général à suivre dans la géométrie des feuillets.*

Dans la première partie de cette étude, nous avons étudié les déplacements finis à plusieurs paramètres en nous basant uniquement sur les lois de la symétrie. C'est ainsi que nous avons été conduits à étudier surtout les rotations à plusieurs paramètres, rotations qui donnent naissance aux couronnes, couronoïdes et hypercouronoïdes de feuillets.

Il était bon de commencer par l'étude de ces systèmes particuliers de feuillets qui jouent le même rôle vis-à-vis des déplacements à plusieurs paramètres que la rotation ordinaire vis-à-vis des déplacements à un

paramètre. Mais nous avons maintenant une idée suffisante de la géométrie des feuillets pour pouvoir définir et classer toutes les formes fondamentales de cette géométrie, indépendamment de la manière dont ces formes peuvent être construites.

I° *Pentasérie du premier ordre et de la première classe :*

Nous avons démontré la possibilité de construire une pentasérie du premier ordre et de la première classe : mais rien ne prouve que la pentasérie que nous avons construite est la pentasérie la plus générale du premier ordre et de la première classe. Il suffit, pour le moment, de constater que cette pentasérie existe. Nous désignerons provisoirement par le symbole C^5 la pentasérie *la plus générale* du premier ordre et de la première classe.

En tout cas, que cette pentasérie soit celle que nous venons de construire ou une pentasérie plus générale, nous pouvons affirmer que toute série C^5 possédera les caractères suivants :

1° Les feuillets *(m d p)* de la pentasérie qui ont, en commun, un point *m* forment un couronoïde à point fixe.

2° Les feuillets (*m d p*) de la pentasérie qui ont, en commun, un plan *p*, forment deux couronoïdes à plan fixe (correspondant chacun à une face du plan *p)*.

3° Les feuillets (*m d p*) de la pentasérie qui ont, en commun, une droite *d*, forment une correspondance univoque entre les points *m* et les plans *p* de cette droite, lorsqu'on tient compte des signes. (Cette correspondance est donc, analytiquement, du quatrième degré, puisqu'il y a quatre manières de combiner les

deux sens de la droite d avec les deux faces du plan p, mais elle se décompose en deux correspondances du second degré comme nous le verrons plus loin. En d'autres mots, lorsque deux éléments du feuillet ($m\ d\ p$) sont donnés, le troisième est déterminé univoquement (en position et en signe).

4° *Si m_0 est le pôle du couronoïde à plan fixe contenu dans un plan donné p_0, réciproquement, le plan p_0 sera le plan polaire du couronoïde à point fixe qui existe autour du point m_0.* En effet, dans un couronoïde à plan fixe p_0, le pôle m_0 est un point où il y a une infinité de feuillets ($m_0\ d\ p_0$) ; tous ces feuillets ont, en commun, le plan fixe p_0, le pôle m_0 et ne diffèrent que par la droite d. Or, dans un couronoïde à point fixe m_0, le plan polaire p'_0 est le seul plan où il y a une infinité de feuillets ($m_0\ d\ p_0'$) ; tous ces feuillets ont, en commun, le point fixe m_0 et le plan polaire p_0' et ne diffèrent que par la droite d. Il faut donc que les plans p_0 et p_0' coïncident car, au point m_0, la série C^5 ne contient qu'un seul couronoïde à point fixe et, par conséquent, qu'un seul plan p_0 où la direction de la droite d devient indéterminée.

5° Si l'on considère le couronoïde à plan fixe p_0, son pôle est un certain point m_0 et son axe polaire est une certaine droite d_0 du plan p_0 ; réciproquement, le couronoïde à point fixe m_0 admet, pour plan polaire, le plan p_0 et, pour axe polaire, la droite d_0. En d'autres mots, *ces deux couronoïdes sont unis par le même feuillet polaire* ($m_0\ d_0\ p_0$). En effet, dans le couronoïde à plan fixe p_0, le feuillet qui correspond à un point quelconque m de l'axe polaire d_0 a son axe dirigé suivant d_0 et son plan suivant p_0, c'est-à-dire qu'à un

point quelconque m de la droite d_0 correspond un plan unique p_0. La correspondance univoque que la pentasérie C^5 établit sur une droite quelconque de l'espace dégénère donc sur les droites telles que d_0 de telle façon qu'à un point quelconque m de cette droite correspond toujours le même plan p_0 et, par conséquent, qu'à un plan quelconque p passant par d_0 correspondra toujours le même point m_0. La droite d_0 est donc, à la fois, l'axe polaire du couronoïde à plan fixe p_0 (dont le pôle est m_0) et l'axe polaire du couronoïde à point fixe m_0 (dont le plan polaire est p_0).

Comme il y a une droite d_0 correspondant à chaque point m_0 de l'espace, ces droites forment un complexe que l'on peut appeler le *complexe des singularités* de la pentasérie, par analogie avec la surface des singularités d'un complexe de droites.

Il y a, du reste, d'autres analogies entre une pentasérie de feuillets et un complexe de droites et, en particulier, entre la pentasérie C^5 et le complexe linéaire ; les feuillets de la pentasérie qui sont situés dans un même plan p_0 forment un couronoïde à plan fixe dont le pôle est un certain point m_0 qui est, en général, à distance finie ; mais, il peut arriver que le pôle m_0 soit situé à l'infini dans le plan p_0 ; dans ce cas, on dira que le plan p_0 est un *plan diamétral* de la pentasérie C^5. Dans la pentasérie C^5 que nous avons construite précédemment en la faisant dériver d'un feuillet fixe primitif (M_0 D_0 P_0), tous les plans parallèles au plan P_0 sont des plans diamétraux. En effet, soit m un point quelconque d'un plan p parallèle à P_0 ; en ce point m, se trouve un couronoïde à point fixe dont le feuillet polaire est le feuillet ($m\, d_0\, p_0$)

symétrique de (M_0 D_0 P_0) par rapport au plan A, perpendiculaire sur le milieu de la droite $\overline{M_0 m}$; le feuillet de ce couronoïde, qui se trouve dans le plan p, s'obtiendra en menant le plan bissecteur B des plans p_0 et p et construisant le feuillet (m d p) symétrique de (m d_0 p_0) par rapport à ce plan bissecteur B ; or, le plan p étant supposé parallèle à P_0, les plans A et B sont parallèles, car l'angle dièdre de P_0 avec p_0 est égal à l'angle dièdre de p_0 avec p ; par suite, on aura aussi : angle (D_0 d_0) = angle (d_0 d), c'est-à-dire que la droite d est parallèle à la droite fixe D_0, ou, encore, que la direction de la droite d est indépendante de la position du point m dans le plan p. Donc, tous les feuillets de la pentasérie qui sont situés sur une des faces du plan p ont leurs axes parallèles, ce qui ne peut avoir lieu que si le couronoïde à plan fixe p a son pôle à l'infini.

II°) *Trétrasérie du premier ordre et de la première classe.* Par définition, cette tétrasérie est une série telle que *sur une droite quelconque de l'espace, il y a toujours quatre feuillets* (m d p) correspondant chacun à l'une des quatre combinaisons de signes auxquelles donnent lieu les deux sens de la droite d et les deux faces du plan p. Nous désignerons cette tétrasérie par le symbole C^4.

Il résulte de cette définition que *les feuillets communs à deux pentaséries* C^5 *forment une tétrasérie* C^4, car, sur une droite quelconque d de l'espace, les deux séries C^5 déterminent des correspondances univoques et ces deux correspondances ont quatre feuillets communs correspondant chacun à des combinaisons de signes différents.

Les caractères de la tétrasérie C^4 sont les suivants :

1°) *Tous les feuillets de la tétrasérie qui sont situés en un même point m forment une couronne à point fixe*[1]. En effet, toute pentasérie C^5 possède en chaque point m un couronoïde à point fixe ; donc, les feuillets communs à deux séries C^5 et qui sont situés en un point donné m sont les feuillets communs à deux couronoïdes à point fixe m et l'on sait que ces feuillets forment une couronne (à point fixe).

2°) *Tous les feuillets de la tétrasérie qui sont situés dans un même plan p* (donné avec son signe) *forment une couronne à plan fixe.* En effet, toute pentasérie C^5 possède, dans chaque plan p, un couronoïde à plan fixe ; donc, les feuillets communs à deux séries C^5 et qui sont situés dans un plan donné p, forment une couronne à plan fixe, puisque ce sont les feuillets communs à deux couronoïdes à plan fixe p.

3°) Il existe une infinité (simple) de pentaséries C^5 contenant une même tétrasérie C^4. L'ensemble des séries C^5 qui se coupent suivant une même série C^4 forme un *faisceau de pentaséries* C^5 (par analogie avec la géométrie de l'espace réglé où l'on appelle *faisceau de complexes linéaires* la série des complexes qui contiennent une même congruence linéaire).

En effet, la série donnée C^4 contient, dans un plan quelconque p, une couronne de feuillets (à plan fixe). Or, il existe une infinité de couronoïdes qui sont situés

[1] Si l'on se reporte à ce que nous avons dit de la torsion à quatre paramètres (page 50), on voit qu'un feuillet qui subit une torsion $\mathfrak{T}_1^4$ décrit une tétrasérie C^4, car ce feuillet donne naissance à une couronne à point fixe (R_1^1) en chaque point M de l'espace.

dans le plan p et qui contiennent une couronne donnée dans ce plan. Chacun de ces couronoïdes fait partie d'une pentasérie C^5 qui contient la série C^4.

Tous les couronoïdes que nous venons de considérer dans le plan p forment un *faisceau de couronoïdes* à plan fixe p. Tous ces couronoïdes passent par une même couronne (à plan fixe) ou encore : *leurs feuillets polaires forment une couronne* (à plan fixe), qu'on peut appeler la couronne conjuguée de la première, car ces deux couronnes ont même base et même gorge et sont symétriques l'une de l'autre par rapport à une droite quelconque passant par leur centre commun.

On verrait de même qu'un faisceau de pentaséries C^5 donne naissance, en chaque point m de l'espace, à un faisceau de couronoïdes à point fixe m, c'est-à-dire à une monosérie de couronoïdes dont les feuillets polaires forment une couronne à point fixe m ; tous ces couronoïdes ont, en commun, une même couronne à point fixe m, qui est la couronne conjugée de la première.

III°) *Trisérie du premier ordre et de la première classe*. Par définition, cette trisérie est une série de feuillets telle qu'en chaque point de l'espace se trouve *un feuillet* et un seul et que, dans chaque plan de l'espace, se trouvent *deux feuillets* correspondant chacun à une face de ce plan. Nous désignerons cette trisérie par le symbole C^3.

Il résulte de cette définition que *les feuillets communs à trois pentaséries* C^5 *forment une trisérie* C^3. En effet, trois pentaséries C^5 donnent naissance en un point quelconque m à trois couronoïdes à point fixe et ces trois couronoïdes n'ont qu'un seul feuillet commun ;

de même, dans un plan quelconque p, les trois séries C^5 donnent naissance à trois couronoïdes à plan fixe, qui ont un seul feuillet commun.

Il existe une double infinité de séries C^5 contenant une même série donnée C^3 ; on dira que toutes ces séries C^5 forment une *gerbe de pentaséries* C^5. En effet, dans un plan quelconque p, il existe une double infinité de couronoïdes contenant un feuillet donné $(m\,d\,p)$; les feuillets polaires de tous ces couronoïdes forment, eux-mêmes un couronoïde à plan fixe p et le feuillet polaire de ce dernier couronoïde est précisément le feuillet donné $(m\ d\ p)$.

De même, en un point donné m, il existe une double infinité de couronoïdes à point fixe contenant un feuillet donné $(m\ d\ p)$. Chacun de ces couronoïdes appartient à une pentasérie C^5 contenant la trisérie C^3 dont fait partie le feuillet donné $(m\ d\ p)$.

IV°) *Bisérie du premier ordre et de la première classe.* Cette bisérie, que nous désignerons par C^2, est, par définition, l'ensemble des feuillets communs à *quatre* pentaséries C^5.

Un feuillet $(m\ d\ p)$ qui engendre une série C^2, se déplace donc de telle façon que son point m engendre une certaine surface et que son plan p enveloppe une autre surface. A chaque point m de la première surface correspondra un feuillet et un seul et, dans chaque plan p tangent à la seconde surface, il y aura deux feuillets correspondant chacun à une face différente de ce plan tangent.

V°) *Monosérie du premier ordre et de la première classe.* Cette monosérie est l'ensemble des feuillets communs à *cinq* pentaséries C^5 ; nous la désignerons par le symbole C^1.

Un feuillet ($m\ d\ p$), qui engendre une série C^1, se déplace donc de telle façon que son point m engendre une certaine ligne et que son plan p enveloppe une certaine surface développable. A chaque point de cette ligne correspondra un seul feuillet et, dans chaque plan tangent à la surface développable, se trouveront deux feuillets, un dans chaque face de ce plan.

VI°) Enfin, les feuillets communs à *six* pentaséries C^5 sont *en nombre fini*.

Si q indique ce nombre, on voit que :

une monosérie	C^1	est déterminée	par	$(q+1)$	feuillets
» bisérie	C^2	»	»	$(q+2)$	»
» trisérie	C^3	»	»	$(q+3)$	»
» tétrasérie	C^4	»	»	$(q+4)$	»
» pentasérie	C^5	»	»	$(q+5)$	»

Comme un feuillet est équivalent à un corps rigide quelconque, on peut considérer les séries de feuillets C^1, C^2, C^3, C^4 et C^5 comme les *séries types*, c'est-à-dire comme les séries qui définissent les déplacements finis *les plus généraux* à 1, 2, 3, 4 ou 5 paramètres. En effet, comme le nombre entier q doit être au moins égal à *un*, on voit qu'on peut toujours faire passer une série C^n par $n+1$ feuillets arbitrairement donnés, c'est-à-dire par $(n+1)$ positions arbitrairement choisies d'un corps rigide.

Dans les chapitres suivants, nous entreprendrons l'étude systématique des séries C^n, mais le nouveau point de vue auquel nous a conduit la géométrie des séries de feuillets nous oblige à revenir sur la géométrie des feuillets dans un plan fixe et autour d'un point fixe pour y appliquer des définitions et des méthodes plus générales que nous ne l'avons fait en commençant cette étude.

CHAPITRE II

LA GÉOMÉTRIE DES FEUILLETS DANS UN PLAN FIXE.

Généralités.

Il y a, dans l'espace, une sextuple infinité de feuillets (M D P) et l'ensemble de ces feuillets (hexasérie de feuillets) constitue *l'espace feuilleté*.

Dans un plan P_0, donné avec son signe, il y a une triple infinité de feuillets (M D P_0) qui diffèrent par l'un au moins des éléments M et D et l'ensemble de ces feuillets constitue une trisérie que l'on peut appeler un *plan feuilleté* P_0. De même, un *point feuilleté* M_0 désignera l'ensemble des feuillets (M_0 D P) qui ont en commun le point M_0 et qui diffèrent par l'un au moins des éléments D et P ; un point feuilleté contient une trisérie de feuillets. Enfin, une *droite feuilletée* D_0 désignera l'ensemble (doublement infini) des feuillets (M D_0 P) qui ont en commun la droite D_0 (donnée avec son sens) et qui diffèrent par l'un au moins des éléments M et P.

La géométrie d'un plan feuilleté P_0 est une géométrie à trois dimensions ; elle est donc analogue à la géométrie ponctuelle de l'espace. En effet, si nous faisons correspondre un feuillet (M D P_0) du plan fixe P_0 à un point de l'espace, une *monosérie* de feuillets (M D P_0) correspondra à une *ligne ;* une *couronne* à plan fixe P_0 (fig. 3) correspondra à une *ligne droite ;*

une *bisérie* de feuillets, à une *surface ;* un *couronoïde* à plan fixe P_0 à une *surface plane,* etc., etc.

§ 1. *Des biséries de feuillets.*

Une bisérie de feuillets (M D P_0) situés dans un même plan feuilleté P_0 est une série telle qu'en chaque point M du plan P_0 (et sur chaque droite D) il y a un nombre fini de feuillets appartenant à la série. S'il y a m feuillets ayant en commun le point M et le plan P_0, mais différant par la droite D, on dira que la bisérie considérée est du m^e ordre ; s'il y a n feuillets ayant en commun la droite D (donnée avec un certain signe) et le plan P_0, mais différant par le point M, on dira que la bisérie considérée est de la n^e classe.

Nous avons vu que toute bisérie de feuillets dans un plan feuilleté peut être définie par une famille de courbes (lignes de flux de la bisérie). Si la bisérie est du m^e ordre, il y aura m lignes de flux se croisant en chaque point M du plan P_0 et les tangentes D à ces lignes de flux déterminent complètement les feuillets (M D P_0) qui se trouvent au point M, à condition que l'on se donne le *sens* du mouvement sur les lignes de flux.

Remarque : Il faut bien distinguer, au point de vue géométrique, les familles de courbes que l'on suppose décrites dans un certain sens et les familles de courbes auxquelles on n'associe aucun sens particulier de mouvement. Les premières, sont des familles de *courbes cinématiques ;* les secondes, des familles de *courbes statiques*. Ainsi, dans les planches I et II de l'appendice à la première partie, les lignes du vent sont des

courbes cinématiques, tandis que les lignes isobares sont des courbes statiques. Ces courbes ont des caractères très différents, car les courbes cinématiques vont toujours d'un pôle négatif à un pôle positif, tandis que les courbes statiques sont des courbes fermées qui entourent soit le pôle positif, soit le pôle négatif. Pour être complet, il faut donc dire qu'une bisérie de feuillets ($M\ D\ P_0$) est définie par une série de courbes cinématiques [1].

De la bisérie du premier ordre et de la première classe. L'équation d'une bisérie de feuillets dans un plan feuilleté est analogue à l'équation d'une surface dans l'espace ponctuel : $f(x, y, z) = 0$. Un feuillet ($M\ D\ P_0$) peut, en effet, être défini par les coordonnées x et y du point M et par l'angle z que fait la droite D avec l'axe des y, par exemple ; seulement, comme la droite D doit être déterminée *en position et en sens*, on donnera toujours la valeur de l'angle z par la valeur de *tang* $\frac{z}{2}$; si cette tangente est donnée, l'angle $\frac{z}{2}$ est déterminé à un multiple de π, donc l'angle z est déterminé à un multiple de 2π et il n'y a pas d'ambiguïté sur le sens de la droite D.

L'équation de la bisérie du premier ordre sera donc du premier degré en *tang* $\frac{z}{2}$, elle sera de la forme :

$$P_1(x, y) \tan g \frac{z}{2} + P_2(x, y) = 0$$

P_1 et P_2 étant des polynomes en x et en y. Pour que

[1] Il résulte de cette remarque, que dans l'espace feuilleté, une pentasérie de feuillets détermine une famille de courbes (cinématiques) dans chaque plan de l'espace et une famille de cônes (cinématiques) en chaque point de l'espace.

la bisérie soit de la première classe, il faut que ces polynomes soient du premier degré ; en effet, sur une droite D quelconque ($y = a x + b$) il ne doit y avoir que deux feuillets ($M D P_0$) correspondant chacun à un sens différent de D, c'est-à-dire que l'équation ne doit avoir qu'une solution en x lorsque tang $\frac{z}{2}$ est donné et que l'on pose $y = a x + b$. L'équation cherchée est donc :

$$\operatorname{tang} \frac{z}{2} = \frac{m x + n y + p}{m' x + n' y + p'}$$

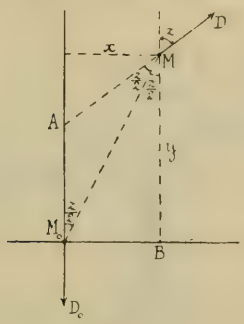


Fig. 7.

mais, en choisissant les axes de coordonnées convenablement, cette équation peut être réduite à la forme :

$$\operatorname{tang} \frac{z}{2} = \frac{x}{y}$$

et il est facile de voir que cette équation représente précisément un couronoïde à plan fixe P_0 dont le pôle est à l'origine et dont l'axe polaire coïncide avec l'axe des y.

En effet, si ($M D$) est un feuillet quelconque (fig. 7) d'un couronoïde défini par le feuillet polaire ($M_0 D_0 P_0$),

l'angle ($A M_0 M$) a pour tangente $\frac{x}{y}$ et cet angle est égal à l'angle ($A M M_0$) qui est la moitié de l'angle ($A M B$), c'est-à-dire de l'angle z. Ainsi, dans un plan feuilleté P_0 *toute bisérie du premier ordre est un couronoïde à plan fixe* et, par suite, dans un plan P_0, *la monosérie du premier ordre est la couronne*, car l'intersection de deux couronoïdes situés dans le même plan P_0 est toujours une couronne. On voit maintenant pourquoi, dans l'espace feuilleté, la pentasérie du premier ordre est telle que les feuillets de la pentasérie qui se trouvent dans un même plan forment toujours

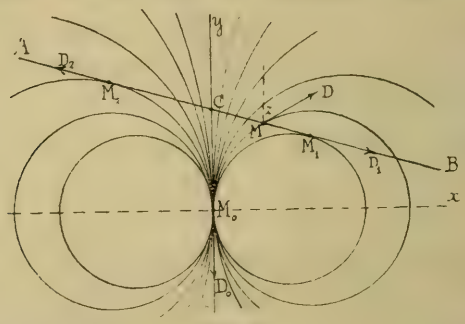


Fig. 8.

un couronoïde ; c'est que, dans chaque plan P_0, ces feuillets devaient naturellement former une bisérie du premier ordre.

Considérons un feuillet ($M D P_0$) qui se déplace dans un couronoïde à plan fixe P_0 de manière que le point M décrive une droite donnée $\overline{A B}$ (fig. 8) ; cherchons comment varie la direction de la droite D : prenons le point C comme origine des points situés sur la droite $\overline{A B}$ et l'axe $\overline{C y}$ comme origine des angles. Soit M un point de la droite $\overline{A B}$ et ($M D$) le feuillet du couro-

noïde en ce point ; il s'agit d'exprimer la relation qui existe entre la longueur C M et l'angle (D y). Posons C M = X et angle (D y) = z; l'équation du couronoïde est : tang $\frac{z}{2} = \frac{X}{Y}$; l'équation de la droite A B est de la forme $y = a\,x + b$; enfin, X est proportionnel à x, on a donc, en éliminant y :

$$\text{tang}\,\frac{z}{2} = \frac{m\,X}{n\,X + b}$$

m et n étant des constantes, c'est-à-dire :

$$n\,X\,\text{tang}\,\frac{z}{2} - m\,X + b\,\text{tang}\,\frac{z}{2} = 0$$

Cette relation montre qu'il y a une *correspondance univoque* entre les points M de la droite $\overline{A\,B}$ et les droites correspondantes D *lorsqu'on tient compte des signes*, c'est-à-dire lorsqu'on considère la direction + D comme distincte de la direction — D.

Cette remarque va nous permettre de compléter la définition, donnée plus haut, d'une pentasérie du premier ordre. Nous avons dit, en effet, que toute pentasérie de feuillets établit, sur chaque droite de l'espace, une correspondance entre les points et les plans de cette droite ; en d'autres mots, tous les feuillets (M D P) d'une pentasérie qui ont, en commun, une même droite D forment une *monosérie*. Si la correspondance entre les points M et les plans P est une correspondance univoque, en tenant compte des signes, la pentasérie est du premier ordre et de la première classe, par définition. Nous savons, maintenant, que cette correspondance univoque est exprimée par une relation de la forme :

$$A\,x\,\text{tang}\,\frac{z}{2} + B\,x + C\,\text{tang}\,\frac{z}{2} + D = 0$$

x étant la distance du point M à un point fixe pris comme origine sur la droite D et z l'angle que forme le plan P avec un plan fixe passant par D et pris comme origine ; les lettres A, B, C, D représentant des constantes. Mais il ne faut pas oublier que la droite D a deux sens et que, pour chacun de ces deux sens, il y a une correspondance univoque distincte. Donc, finalement, toute pentasérie du premier ordre établit, sur chaque droite D de l'espace, une correspondance univoque entre les points M et les plans P de cette droite et cette correspondance est exprimée par le produit de deux facteurs :

$$\left(A\,x \operatorname{tang}\frac{z}{2} + B\,x + C \operatorname{tang}\frac{z}{2} + D\right)\left(A'\,x \operatorname{tang}\frac{z}{2} + B'\,x + C' \operatorname{tang}\frac{z}{2} + D'\right) = 0$$

§ 2. *Parallèle entre le plan feuilleté et l'espace ponctuel.*

A un feuillet (M D P_0) du plan P_0 correspond un *point* de l'espace ; à une couronne dans le plan P_0 correspond une *ligne droite* de l'espace ; à un couronoïde dans le plan P_0 correspond un *plan* de l'espace ; à une monosérie de feuillets dans le plan P_0 correspond une *courbe gauche* dans l'espace ; si la monosérie peut être engendrée par une rotation à un paramètre d'ordre quelconque (R^1_p) dans le plan P_0, cette monosérie est contenue dans un couronoïde [1] ; elle correspond alors à une *courbe plane* dans l'espace ; ainsi, par exemple, un *limaçon de feuillets*, c'est-à-dire la monosérie [2] engendrée par une rotation R^1_2 correspondra à une *circonférence* dans l'espace ponctuel, car le limaçon est déter-

[1] Voir Tome XIII, 1902, p. 439.
[2] Voir » » p. 448, fig. 13.

miné par trois feuillets, comme la circonférence par trois points.

De même que, dans l'espace, une surface peut être considérée comme l'enveloppe d'un plan mobile, de même dans un plan feuilleté P_0, *toute bisérie de feuillets peut être considérée comme l'enveloppe d'un couronoïde qui se déplace* dans le plan P_0. Le déplacement d'un couronoïde est d'ailleurs défini par le déplacement de son feuillet polaire $(M_0\ D_0)$ dans le plan P_0.

Si le feuillet polaire $(M_0\ D_0\ P_0)$ subit un déplacement à un paramètre, la bisérie enveloppée par le couronoïde $(M_0\ D_0\ P_0)$ est tout à fait analogue à une *surface développable* dans l'espace ponctuel, car cette bisérie de feuillets est formée d'une monosérie de couronnes ; chacune de ces couronnes est l'intersection de deux positions infiniment voisines du couronoïde mobile $(M_0\ D_0\ P_0)$, c'est-à-dire la couronne *caractéristique* de ce couronoïde.

Comme exemple de ce genre de biséries, on peut citer la bisérie enveloppe d'un couronoïde qui se déplace dans le plan P_0 de telle façon que ce couronoïde contienne constamment un feuillet fixe donné (M D); une pareille bisérie correspond dans l'espace ponctuel à un *cône* (enveloppe d'un plan mobile qui passe par un point fixe). On peut définir ce genre de biséries d'une autre façon, en remarquant que : *si un feuillet* (M D) *du plan* P_0 *fait partie d'un couronoïde donné par son feuillet polaire* $(M_0\ D_0)$, *réciproquement, le feuillet* $(M_0\ D_0)$ *fait partie du couronoïde à plan fixe* P_0 *dont le feuillet polaire serait* (M D). Par suite : *si un couronoïde* A *se déplace dans le plan* P_0, *de manière que son feuillet polaire* $(M_0\ D_0)$ *se déplace dans un cou-*

ronoïde fixe B, *le couronoïde* A contiendra constamment le feuillet polaire (M D) du couronoïde B, c'est-à-dire qu'il *passera constamment par un feuillet fixe* (M D).

La fig. 9 représente la bisérie enveloppe d'un couronoïde dont le feuillet polaire décrit un limaçon de feuillets. Nous allons montrer que cette bisérie corres-

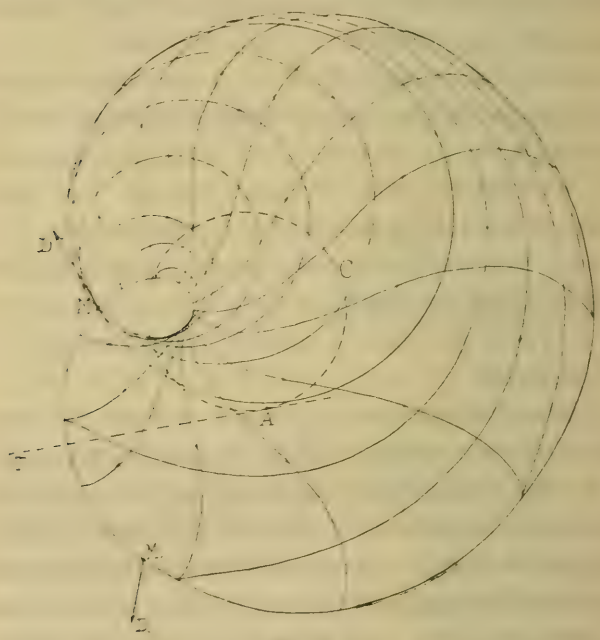


Fig. 9.

pond dans l'espace ponctuel à un *cône de révolution*. Remarquons d'abord que *cette bisérie est du second ordre*, car en chaque point de la bisérie passent deux lignes de flux distinctes[1]; donc cette bisérie correspond

[1] Ces lignes de flux ont été déterminées graphiquement, c'est-à-dire qu'on a déterminé un certain nombre de feuillets de la

en tout cas à une surface du second ordre dans l'espace ponctuel. Ensuite, cette bisérie correspond à un cône, car un limaçon de feuillets est le lieu des feuillets (M_0 D_0) symétriques d'un feuillet fixe (M D) par rapport aux tangentes $\overline{AT}$ à une circonférence donnée C; le limaçon de feuillets (M_0 D_0) est donc contenu dans le couronoïde dont le feuillet polaire est (M D), dès lors le couronoïde mobile dont le feuillet polaire (M_0 D_0) décrit ce limaçon, passe constamment par le feuillet fixe (M D). La couronne commune à deux positions consécutives du couronoïde mobile est une couronne qui contient le feuillet (M D) et le centre de cette couronne est sur la circonférence C. L'enveloppe du couronoïde mobile est donc une bisérie de feuillets formée d'une monosérie de couronnes qui passent par un feuillet donné (M D) et qui ont leur centre sur une circonférence donnée C ; ceci revient à dire, qu'on peut engendrer cette bisérie en faisant subir successivement à un feuillet (M D) une rotation complète autour de chaque point d'une circonférence C. Une pareille bisérie est donc entièrement déterminée par *trois* couronnes ayant un feuillet commun (M D), comme un cône de révolution est déterminé dans l'espace par trois droites concourantes.

Plus généralement, toutes les fois que l'on fait subir successivement à un feuillet, à partir d'une position donnée (M D), une rotation complète autour de chaque point d'une courbe donnée C (dans le plan feuilleté P_0), on obtient une monosérie de couronnes, c'est-à-dire une bisérie de feuillets correspondant à une surface

bisérie et qu'on a tracé *au jugé* le système des lignes de flux correspondantes. Toutefois ce tracé est suffisamment exact pour donner une idée de la constitution de cette bisérie.

conique dans l'espace, et l'ordre de cette bisérie est égal au degré de la courbe C; en effet, en un point quelconque m de la bisérie, il y aura autant de feuillets qu'il y a de couronnes passant par le feuillet (M D) et par le point m ; les centres de ces couronnes se trouvent d'une part sur la courbe C, d'autre part sur la perpendiculaire élevée sur le milieu de $\overline{\mathrm{M\,m}}$; il y a donc autant de couronnes se croisant en un point m qu'il y a de points d'intersection entre cette perpendiculaire et la courbe C.

Ainsi, si la courbe C est une ligne droite, la bisérie doit être du premier ordre ; nous avons vu en effet qu'en faisant tourner un feuillet (M D) autour de tous les points d'une droite C on engendrait un couronoïde à plan fixe P_0.

Si la courbe C est réduite à un point, la bisérie est réduite à *une* couronne, c'est-à-dire à une monosérie: ce cas correspond dans l'espace ponctuel à un cône qui est réduit à une droite ; un pareil cône est l'enveloppe d'un faisceau de plans, Or, lorsqu'un couronoïde se déplace dans le plan P_0 de telle façon que son feuillet polaire (M_0 D_0) décrit une couronne A, ce couronoïde passe constamment par une couronne fixe B, qu'on peut appeler la couronne *conjuguée* de A, car les couronnes A et B ont même centre, même cercle de base, même cercle de gorge et sont symétriques l'une de l'autre par rapport à l'un quelconque de leurs diamètres. Ainsi, *le lieu des feuillets polaires d'un faisceau de couronoïdes (dans le plan* P_0*) est une couronne.*

On pourrait poursuivre l'étude d'un plan feuilleté en le comparant à l'espace ponctuel, et cette comparaison permettra de résoudre un grand nombre de problèmes.

Il suffira de prendre un exemple : *Etant donnés dans le plan feuilleté* P_0 *une couronne quelconque* B *et un couronoïde quelconque* C, *trouver le feuillet commun à cette couronne et à ce couronoïde.* Ce problème correspond au suivant dans l'espace ponctuel : étant donnés une droite quelconque B et un plan quelconque C, trouver le point d'intersection de la droite B avec le plan C. Ce dernier problème est possible, donc le premier aussi, et pour résoudre l'un on suivra la même marche que pour résoudre l'autre.

Or, pour trouver l'intersection d'une droite B avec

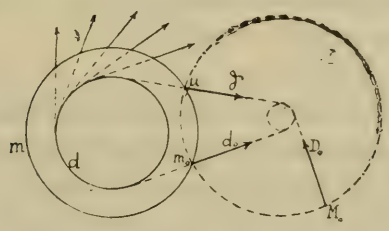


Fig. 10.

un plan C, ou même un plan D par la droite B, on prend l'intersection des plans C et D ; cette intersection est une droite E qui rencontre la droite B au point cherché.

De même, si B est une couronne donnée dans le plan feuilleté P_0 et C un couronoïde situé dans le même plan, on connaît le cercle de base *m* et le cercle de gorge *d* de la couronne B (fig. 10) ainsi que le feuillet polaire ($M_0 D_0$) du couronoïde C. Pour mener par la couronne B un couronoïde D, il suffit de prendre comme feuillet polaire du couronoïde D un feuillet

quelconque $(m_0\ d_0)$ situé sur la couronne conjuguée de la couronne B. Pour construire ensuite l'intersection des couronoïdes C et D, il suffit de construire la couronne qui joint les feuillets polaires $(M_0\ D_0)$ et $(m_0\ d_0)$ de ces deux couronoïdes ; la couronne conjuguée de celle-ci est une couronne E commune aux couronoïdes C et D. Les cercles de base des couronnes B et E ont toujours un point commun μ et un seul (car ces deux cercles ont déjà en commun le pôle m_0) et la tangente δ menée du point μ à la gorge de la couronne B est aussi tangente à la gorge de la couronne E, c'est-à-dire que les couronnes B et E ont un feuillet commun $(\mu\delta)$ et un seul, qui est le feuillet cherché. Le problème a toujours une solution et une seule.

Dans le paragraphe suivant, nous rechercherons quelle est dans un plan feuilleté la bisérie (du second ordre) qui correspond à une *sphère* dans l'espace ponctuel. Cette bisérie doit être déterminée par *quatre* feuillets, puisqu'une sphère est déterminée par quatre points. *(A suivre.)*

SUR LA NITRATION

DES

DÉRIVÉS MONO- ET DIBENZOYLÉS

DU P-AMINOPHÉNOL

PAR

Frédéric REVERDIN et Ernest DELÉTRA

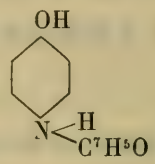
D'après le brevet français n° 339,142 du 2 novembre 1903, de Léopold Cassella et C°, on obtient en soumettant le p-acétylaminophénol à une nitration énergique, au moyen des acides sulfurique et nitrique, un *dérivé dinitré* qui est indiqué dans ce brevet comme correspondant au *dérivé acétylé de l'acide isopicramique*. L'un de nous et Dresel [1] avons constaté récemment que la formule indiquée dans ce brevet est bien exacte.

Il nous a paru intéressant de voir comment se comportait dans les mêmes conditions le *p-benzoylaminophénol;* nous avions en effet remarqué que lorsqu'on fait réagir sur celui-ci à la température ordinaire l'acide nitrique seul de D = 1.50 il y a décomposition complète.[2]

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1905, t. XIX, p. 353.
[2] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1904, t. XVIII, p. 433.

Le p-benzoylaminophénol qui nous a servi comme produit de départ a déjà été décrit par A.-W. Smith[1] ; nous l'avons préparé par la méthode indiquée dans notre précédent travail, c'est-à-dire en faisant réagir le chlorure de benzoyle sur la solution alcoolique du p-aminophénol et laissant cristalliser.

Nitration du p-benzoylaminophénol.



20 gr. du produit réduit en poudre ont été dissous à 20° dans 40cc d'acide sulfurique concentré (une partie du produit reste toutefois en suspension fine lorsqu'on opère avec ces proportions); on a refroidi à 7° environ puis on a introduit dans cette solution un mélange de 15cc HNO^3 de D = 1.4 et 17cc H^2SO^4 concentré en maintenant la température entre 7 ét 12° ; dans un autre essai nous avons constaté que l'on pouvait chauffer ensuite jusqu'à 40° sans inconvénient. On a coulé le produit de la réaction dans de l'eau glacée, filtré et lavé rapidement, puis séché à l'air et au bain marie. Le dérivé nitré ainsi obtenu peut être purifié en le transformant en *sel de soude*, qui cristallise en fines aiguilles rouges ou en paillettes rouges à reflet vert, puis en décomposant le sel par l'acide chlorhydrique.

Le produit purifié pour l'analyse a été obtenu en le faisant cristalliser dans l'acide acétique, puis dans l'acé-

[1] *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, 1891, t. 24, p. 4042.

tone ; il est en feuillets jaune doré, F. 263° et constitue un *dinitro-p-benzoylaminophénol*

$$C^6H^2(NO^2)_2OH.NHC^7H^5O$$

0.1694 Sbst. 21.2^{cc}N (16°,731^{mm})

Calculé pour $C^{13}H^9O^6N^3$ N = 13.86 %

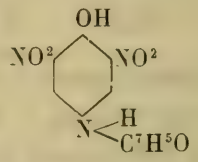
Trouvé N = 14.03

Ce composé est soluble dans l'acétone et l'acide acétique, peu soluble dans l'alcool, le benzène, le chloroforme et l'eau, très difficilement soluble dans l'éther, insoluble dans la ligroïne. Il n'est saponifié ni par ébullition avec l'acide sulfurique étendu, ni par ébullition pendant une heure avec l'acide chlorhydrique à 21° Bé ; en revanche il est facilement saponifié lorsqu'on le chauffe pendant deux heures environ au bain-marie avec de l'acide sulfurique concentré. Le produit de la saponification coulé dans l'eau a été soumis à la distillation à la vapeur d'eau pour éliminer l'acide benzoïque, puis le résidu de la distillation, après avoir été filtré, a été traité au carbonate de baryte pour éliminer l'acide sulfurique et transformer le dinitro-aminophénol en *sel de baryum* soluble. En concentrant la liqueur filtrée et la neutralisant par l'acide chlorhydrique, on a obtenu des cristaux brun-doré, présentant toutes les propriétés et réactions de l'*acide isopicramique*. Ces cristaux fondent à 170°, ils sont solubles dans l'eau avec la coloration rouge caractéristique de cet acide ; ils donnent par condensation avec le chlordinitrobenzène le composé de F 236° que l'un de nous et Dresel avons décrit dans le mémoire cité plus haut.

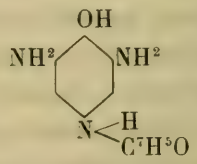
Son *dérivé acétylé* est en aiguilles brun-jaune ou en prismes bruns, F 180°. Il est facilement soluble même

à froid, dans l'acide acétique et l'acétone, soluble dans l'alcool et l'eau, peu soluble dans l'éther, le benzène et le chloroforme, insoluble dans la ligroïne.

Le *dinitro-p-benzoylaminophénol* que nous avons obtenu correspond donc à la formule



Les essais de réduction partielle et de réduction totale ne nous ont conduits à aucun résultat intéressant. Pour ce qui concerne la réduction totale nous espérions obtenir le dérivé



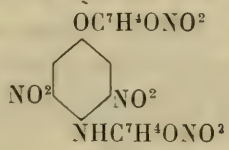
en employant dans ce but l'étain et l'acide chlorhydrique, puisque nous avions constaté que l'on peut faire bouillir le dérivé nitré correspondant pendant une heure avec l'acide chlorhydrique sans le saponifier. Mais dans ce cas il y a eu réduction et saponification simultanées et nous avons obtenu de l'acide benzoïque et du triaminophénol.

Comme nous le disions dans un travail antérieur, nous avons constaté que lorsqu'on essaye de nitrer sans refroidir le monobenzoyl-p-aminophénol avec HNO^3 de $D = 1.50$ seul, il y a déjà à 30-35° une décomposition. Nous avons observé depuis qu'en opérant avec de l'acide nitrique de même densité, mais à une température

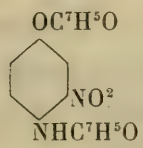
maintenue de — 10° à 0°, il n'y a pas de décomposition et la nitration donne naissance au dérivé dinitré dont il vient d'être question. En employant enfin de l'acide nitrique de D = 1.34 on peut nitrer le benzoylaminophénol entre 20 et 26° et obtenir le même produit.

Nitration du dibenzoyl-p-aminophénol.

D'après les recherches antérieures faites par l'un de nous et Dresel, lorsqu'on nitre le dibenzoyl-p-aminophénol au moyen de HNO^3 de D = 1.52 en chauffant jusqu'à 60°, il se forme principalement un dinitrodibenzoyl-p-aminodinitrophénol, F 229°, correspondant à la formule



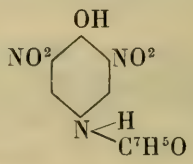
et en opérant à froid avec HNO^3 de D = 1.48 un dibenzoyl-p-aminonitrophénol F 147° de la formule



On voit donc que par nitration énergique, il entre un groupe « nitro » dans chacun des noyaux benzoyliques et que les groupes « nitro » du noyau benzénique sont orientés dans une autre position que lors de la nitration du monobenzoyl-p-aminophénol ; dans la nitration à froid au moyen d'un acide nitrique plus faible le seul groupe « nitro » qui entre dans la molécule est aussi

orienté en « ortho » relativement au groupe « amino ». Nous nous sommes demandé d'où pouvait provenir cette différence dans l'orientation des groupes « nitro » et nous avons repris l'étude de la nitration du dibenzoyl-p-aminophénol en faisant varier les conditions.

Dans un premier essai le dibenzoyl-p-aminophénol ayant été dissous dans l'acide sulfurique concentré entre 10° et 15°, on a introduit dans cette solution un mélange d'acide nitrique de D = 1.4 et d'acide sulfurique concentré, dans les proportions indiquées ci-dessus pour la nitration du monobenzoyl-p-aminophénol. La température a été maintenue pendant l'introduction entre 7° et 14°, puis le produit a été chauffé à 60°. Dans ces conditions quoiqu'il y ait eu un commencement de décomposition on a obtenu comme produit principal le monobenzoyl-p-aminodinitrophénol, F 263°, déjà connu, dans lequel les groupes nitro sont en 2 et 6 soit

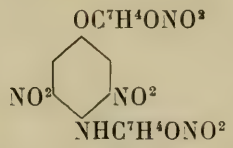


Si l'on ne chauffe pas le produit de la réaction après l'introduction du mélange sulfurique et nitrique, on obtient le même résultat.

Il y a donc eu saponification du groupe benzoylique à l'hydroxyle et nous avons du reste retrouvé l'acide benzoïque dans le produit de la réaction. Ceci nous a amenés à constater que le dibenzoyl-p-aminophénol est déjà saponifié à l'hydroxyle à froid et très rapidement par l'acide sulfurique concentré, en sorte que la nitration du dibenzoylaminophénol, dans les conditions

indiquées, correspond en réalité à la nitration du monobenzoylaminophénol.

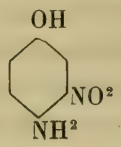
Dans le but de contrôler en quelque sorte cette observation, nous avons examiné la nitration du dibenzoyl-p-aminophénol en présence d'acide sulfurique et d'anhydride acétique ou d'acide acétique cristallisable ; nous supposions que dans ces conditions la saponification serait entravée ou que si le benzoyle était éliminé il serait remplacé par l'acétyle et que l'on devait obtenir le dinitrodibenzoyl-p-aminodinitrophénol, F 229° de la formule



ou un dérivé acétylebenzoylé correspondant. L'expérience a confirmé la première partie de cette manière de voir, tout en donnant des résultats différents selon que l'on employe l'anhydride acétique ou l'acide acétique cristallisable.

En mettant le dibenzoyl-p-aminophénol en suspension dans l'anhydride acétique, ajoutant à cette émulsion de l'acide sulfurique, puis introduisant dans la solution entre 6° et 11° le mélange des acides sulfurique et nitrique, nous avons obtenu le *dinitrodibenzoyl-p-aminodinitrophénol* F 229°, tandis qu'avec l'acide acétique cristallisable et même en chauffant jusqu'à 60° il s'est formé comme produit principal le *dibenzoyl-m-nitroaminophénol* F 147° lequel cristallise en aiguilles jaunes et feutrées ; ce dérivé dont nous avons déjà parlé dans nos recherches précédentes est facilement soluble

dans tous les dissolvants sauf dans l'éther et la ligroïne dans lesquels il est peu soluble ; il donne par saponification le *m-nitro-p-aminophénol*, F 154°.



Il résulte donc de ces observations que c'est évidemment la présence du groupe benzoyle à l'hydroxyle qui oriente les groupes « nitro » dans la position 3 et 5, plutôt que toute autre cause, comme en particulier la température ou la présence de l'acide sulfurique.

Nous nons proposons de continuer dans cette direction nos recherches sur la nitration, en commençant par étudier celle d'autres dérivés de l'aminophénol.

L'AGE DU GRANIT ALPIN

PAR

L. DUPARC

Dans une étude sur le massif de la Pierre à Voir, M. C. G. S. Sandberg[1] à émis, relativement à l'âge du granit alpin, des conclusions sans doute fort intéressantes, mais qui me paraissent si peu conformes aux résultats des recherches faites par la plupart des savants qui se sont occupés de la pétrographie alpine, que je me crois dans l'obligation de rétablir en quelques mots la signification réelle des faits, du moins en ce qui concerne nos travaux personnels, que l'auteur a d'ailleurs bien voulu citer à plusieurs reprises. M. Sandberg considère le granit des Alpes occidentales comme d'âge oligocène, et trouve dans cette conception (qui n'est peut-être pas aussi nouvelle que son auteur paraît le croire), l'explication rationnelle du mode d'accentuation du métamorphisme alpin, ainsi que celle de l'origine des blocs exotiques du Flysch. C'est, comme on le voit, faire d'une pierre deux coups, je dirai même deux coups de maître, car ces deux questions tant de fois discutées et controversées, passent à bon droit pour le casse-tête chinois de la géologie alpine. Je ne compte pas dans cette courte note

[1] M. C. G. S. Sandberg. Etudes géologiques sur le massif de la Pierre à Voir (Bas-Valais), 132 p., 1 carte géol. au 1 : 50000 et 2 pl. de profils. — Thèse. Faculté des Sc. Paris, 1905.

faire une analyse détaillée du travail de M. Sandberg, je ne voudrais m'attacher qu'à ses conclusions, dont l'ampleur ne me parait peut-être par tout-à-fait proportionnée au nombre des faits d'observation directe qui ont servi à les établir. L'auteur en effet paraît croire que l'examen de quelques préparations microscopiques de schistes de Casanna, de schistes lustrés, ou de quartsites triasiques, joint à connaissance de la tectonique d'une région relativement fort restreinte des Alpes, permetentt de résoudre la question si complexe du métamorphisme alpin ; je dois dire d'emblée que ce n'est point là mon sentiment, mais comme des goûts et des couleurs on ne saurait disputer, examinons plutôt les points qui ont servi de base à M. Sandberg pour édifier sa théorie. Sauf erreur, ils sont au nombre de deux, savoir :

1) Dans l'anticlinal houiller qu'il a étudié, le métamorphisme s'accentue quand on s'approche de la racine, et diminue dans la direction de la tête de l'anticlinal.

2) Dans le synclinal triaso-jurassique qui s'appuie sur le flanc Est du Mont-Chemin, les schistes lustrés du Trias sont métamorphosés d'une façon intense, tandis que ce même métamorphisme va en décroissant dans le terrain plus récent du Jurassique, lorsqu'on s'éloigne de la charnière synclinale. M. Sandberg tire alors des deux observations qui précèdent, les trois propositions que voici :

1) La cause du métamorphisme réside en profondeur.

2) La répartition du métamorphisme est fonction du plissement.

3) La cause métamorphosante agissait encore pendant le plissement.

Je voudrais tout d'abord faire observer à M. Sandberg qu'il généralise bien vite ses observations ; les Alpes sont grandes, et je pense qu'en examinant les choses de plus près, il trouverait dans celles-ci de nombreuses contradictions. Il faut d'ailleurs s'entendre sur ce que l'on comprend par intensité du métamorphisme, la jauge de celle-ci est dans bien des cas difficile, car ce métamorphisme est fonction de l'état physique et chimique initial de la roche, et de sa réceptivité vis à vis du phénomène ; M. Sandberg connait sans doute certains cas de métamorphisme de contact, où la *roche éruptive a été observée touchant directement les assises sédimentaires,* et où cependant *ce ne sont pas toujours les couches en contact immédiat qui sont le plus fortement modifiées.*

Je crois également qu'en disant que pour qu'il y ait transformation et métamorphisme il doit y avoir *apport,* M. Sandberg commet une exagération ; c'est vrai dans la plupart des cas, mais ça ne l'est pas toujours, car le métamorphisme peut aussi se produire sans apport, par une remise en mouvement des éléments chimiques sous l'influence d'une cause physique quelconque, qui peut être variée.

On pourrait d'ailleurs croire que ces trois propositions vont conduire M. Sandberg à attribuer exclusivement les faits qu'il a observés au dynamo-métamorphisme ; mais il n'en est rien, et toutau contraire ,l'auteur spécifie que sa conception est bien différente.

Pour lui, la cause transformatrice existait déjà avant le plissement, et s'est continuée pendant celui-ci, qui a joué simplement le rôle d'excitateur. C'est une affirmation qui certes en vaut une autre, mais je dois dire que la lecture de l'intéressant travail de M. Sandberg, ne

m'en a pas fourni la démonstration ; j'avoue aussi n'avoir pas été plus heureux en ce qui concerne la cause même du métamorphisme. M. Sandberg estime qu'il est à la fois régional et de contact, et dû soit à la circulation des eaux minéralisées au fond du géosynclinal ou à l'ascension de « colonnes filtrantes » de minéralisateurs, soit à l'action d'une roche éruptive sous-jacente. J'ai toujours pensé que le métamorphisme de contact, impliquait en lui-même l'idée de la communion d'une roche éruptive visible, avec sa couverture ou son support; pour M. Sandberg la définition est autre, et le métamorphisme de contact, si je le comprends bien, est celui, contemporain du plissement, attribuable à une roche éruptive dont la présence n'est pas nécessairement constatée. Cela simplifie évidemment beaucoup la question. Dans la bande de schistes de Casanna (zone des racines anticlinales) qu'il a étudiée, les roches éruptives massives manquent, sauf erreur de ma part, et il en est de même pour les schistes lustrés du Val Ferret ; mais par contre, dit M. Sandberg, elles existent dans les schistes grisons et dans la zone du Piémont, et l'ampleur des phénomènes de métamorphisme observés ne peut être, selon lui, que directement imputable à l'action de ces roches non encore consolidées. Mais voilà où sa conception va diverger d'avec celle de la majorité des auteurs ; on a estimé généralement que ces venues magmatiques *constatées*, étaient localisées à certains endroits et à certaines époques, tandis qu'il estime qu'elles représentent un phénomène général et normal. C'est en somme la théorie de l'ubiquité du magma ; tant qu'elle n'est pas rigoureusement démontrée, elle en vaut une autre, à la condition toutefois qu'elle ne soit pas en contradiction formelle avec les faits observés.

En tout cas elle conduit M. Sandberg à une conclusion inévitable, c'est que les roches éruptives et notamment le granit alpin, sont d'âge oligocène, puisque la roche éruptive du soubassement du géosynclinal alpin, n'était, selon lui, pas consolidée avant l'époque du ridement.

Dès lors, par un enchaînement logique, le magma a participé au plissement alpin; vu sa plasticité, il a été poussé dans les têtes anticlinales, dans lesquelles on trouve alors des témoins plus ou moins volumineux de la roche éruptive ; et celle-ci, ou mieux celles-ci, après consolidation, et dénudation préalable de l'enveloppe de ces têtes anticlinales, apparaîtront sur le bord externe des Alpes à l'état de blocs cristallins des Klippes, par suite des grands charriages.

M. Sandberg a fait dans son travail une liste bibliographique très complète, il connait donc sans doute exactement les types pétrographiques réalisés dans les Klippes, je me demande alors l'idée qu'il peut avoir des produits de cristallisation que fournira une loupe de magma isolée dans l'écorce, et sans contact continu avec le milieu générateur. Il existe pourtant des laccolithes (et je ne parle ici que de ceux qui ont dûment été constatés comme tels) qui représentent des loupes autrement considérables, formant même des montagnes entières ; l'on connait actuellement en détail la forme, la nature et les particularités des produits de consolidation des magmas emprisonnés dans ces loupes ; dans ces conditions il m'est incompréhensible qu'en présence des faits connus, M. Sandberg n'ait pas hésité à proposer pour l'origine des blocs des Klippes une théorie que, pour mon compte, je trouve énorme.

En tout cas l'auteur a bien saisi les obstacles qui se

dressaient devant son granit oligocène, et parmi ceux-ci, la présence de conglomérats d'âge varié, renfermant des galets identiques à ceux des roches éruptives ou cristallines actuellement en place dans les anticlinaux, constitue l'un des plus importants. Examinons donc en conséquence ce que dit M. Sandberg de ces conglomérats :

Parlant tout d'abord de ceux qui sont antéhouillers et qui ont été observés à la Dent de Morcles, dans les Grandes-Rousses et au Pelvoux, interstratifiés dans les cornes vertes et les micaschistes, il dit : « Il est évident que ces conglomérats *ont dû* subir un métamorphisme tel, qu'on ne peut plus rien dire sur la constitution originelle de la roche constitutive. »

C'est là une supposition qui, pour ne pas être gratuite, demanderait à être vérifiée, ce qui n'est pas le cas. Je connais d'ailleurs imparfaitement les conglomérats en question et ne m'y arrêterai pas plus longuement.

Je passe maintenant aux poudingues houillers, que j'ai eu l'occasion d'étudier de plus près avec M. Ritter[1]. Nous avons trouvé dans ces conglomérats les galets suivants :

a) Des roches éruptives, à savoir : 1) Des granits à deux micas, 2) des granits à Biotite du type de celui de Valorsine, 3) des granits pegmatoïdes, 4) des granits à deux micas de structure granulitique, 5) des granulites à mica blanc.

b) Des roches cristallophylliennes telles que 1) Micachistes à mica noir, 2) *Micachistes dynamométamor-*

[1] L. Duparc et E. Ritter. Les formations du carbonifère et les quartzites du trias dans la région NW. de la première zone alpine. *Mémoires de la Société de physique de Genève*, 1894.

phiques passant aux gneiss, 3) *Micachistes granulitiques* divers, 4) Micachistes à mica blanc et à deux micas.

c) Des roches détritiques, soit 1) des grès ressemblant à ceux du houiller, 2) des grès du type quarzite, 3) des roches noires et compactes, de nature argileuse.

Or voici les remarques faites par M. Sandberg, à l'égard de ces conglomérats :

1) « Ces conglomérats ne renferment pas de roches calcaires. Certains auteurs expliquent ce fait en admettant que le massif émergé ne supportait pas de roches calcaires, cette explication me paraît tellement invraisemblable qu'il n'y a pas lieu d'insister. »

Je ne saisis réellement pas ce que M. Sandberg trouve d'invraisemblable à cette explication, et je me demande où il aurait pris des calcaires dans le massif émergé qui a fourni par sa dénudation le matériel du houiller. J'ai dit en effet, dans notre ouvrage sur le Mont-Blanc[1], p. 138 : « Il est de fait que dans les conglomérats du houiller, on ne trouve pas de roches calcaires ou autres différentes de celles qui sont aujourd'hui en place dans le Mont-Blanc ou dans les Aiguilles Rouges, de sorte que : ou bien les schistes cornés et les schistes plus ou moins séricitiques sont précambriens, et le silurien et le dévonien manquent, ou bien les schistes cornés sont plus jeunes, et représentent en tout ou partie ces deux terrains. » Or, sauf erreur de ma part, je ne sache pas que l'on ait trouvé du silurien ou du dévonien calcaire dans les Alpes occidentales; je rappelle à

[1] L. Duparc et L. Mrazec. Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du Mont-Blanc. *Mémoires de la Société de physique de Genève.*

M. Sandberg que dans l'Oural, tout le dévonien inférieur et les formations qui viennent au-dessous, sont exclusivement représentés par des schistes argileux et surtout par des quartzites variées.

2) M. Sandberg insiste sur le fait que nous avons constaté, dans les conglomérats du houiller, la rareté des roches détritiques par rapport aux roches cristallines; je ne vois pas ce qu'il pourrait tirer de cette observation qui soit autre que ceci :

C'est qu'apparemment les roches détritiques avec des caractères encore manifestes comme tels, étaient rares dans les massifs qui étaient émergés à l'époque houillère, ce qui est une conséquence directe de ce qui a été dit relativement aux formations qui seraient l'équivalent du silurien et du dévonien.

3) M. Sandberg cite le fait que nous n'avons pas trouvé des débris de roches volcaniques à deux temps. Celà est vrai à une petite exception près, nous avons rencontré une seule fois un petit fragment de microgranulite, mais je ne vois pas en quoi cela implique comme conséquence que le granit soit oligocène. Il n'y a d'ailleurs rien qui ne soit très normal dans la rareté des microgranulites dans les conglomérats, c'est le fait contraire qui serait étonnant, et si nous l'avions constaté, nous n'aurions pas hésité à le rattacher à une cause locale.

4) « On n'a pas signalé dans ces conglomérats la présence de minéraux roulés, arrondis ou émoussés par le transport. »

Celà n'est pas tout-à-fait exact; dans notre travail sur les conglomérats du houiller, nous disons page 18 : « Les arènes sont toujours plus ou moins roulées, mais

le polissage des grains est relatif, il n'atteint jamais le degré de perfection qu'on trouve dans les grès de formation marine par exemple ; dans les cas les plus parfaits, les angles sont émoussés et le minéral a son contour plus ou moins arrondi. » Et d'ailleurs quelle peut-être l'importance, pour la thèse soutenue, du fait que les arènes sont ou ne sont pas roulées? M. Sandberg supposerait-il, dans la seconde alternative, que l'absence de formes roulées serait imputable au métamorphisme? Qu'il veuille bien alors examiner les coupes de conglomérats houillers, je suis certain qu'il arrivera aux deux conclusions que nous avions formulées page 34 du mémoire précité, à savoir : « Que les matériaux du houiller sont formés par des individus ou des fragments qui ont fort peu roulé, et *présentent les caractères de sables charriés par les torrents à faible cours.* »

5) M. Sandberg insiste ensuite sur le caractère des galets qui, avant leur enfouissement, auraient dû être attaqués par les agents atmosphériques. Or ils paraissent frais, dit-il. Je ne sais si M. Sandberg a eu l'occasion d'examiner au microscope des galets contemporains, si oui, il a pu voir alors qu'ils se comportent très différemment selon la nature de leur roche constitutive, et que, dans un grand nombre de cas ils restent remarquablement frais. Je possède des centaines de coupes de galets de différentes rivières de l'Oural sur lesquels M. Sandberg pourrait aisément vérifier ceci ; j'ai aussi jadis étudié des galets d'alluvions alpines contemporaines, et pu faire les mêmes observations. J'ajouterai que les galets des conglomérats houillers se comportent d'ailleurs comme ceux des alluvions contemporaines ; il en est qui sont encore fort bien conservés, d'autres qui

sont altérés principalement par. *Kaolinisation* des feldspaths acides.

6) « La cristallinité de la pâte du poudingue prouve à elle seule que les galets ont subi une transformation telle, qu'ils ne ressemblent plus à la roche à laquelle ils ont été empruntés. » Ceci est de l'affirmation pure et simple, et je pourrais demander à M. Sandberg si les granits qui sont nombreux dans le conglomérat, ont procédé d'une roche ancestrale qui ne leur ressemblait pas. Mais nous allons y revenir. Quant à la cristallinité de la pâte des conglomérats houillers, il faudrait s'entendre. Lorsque le ciment d'un conglomérat est formé d'arènes granitiques *qui sont peu roulées*, le métamorphisme n'a pas beaucoup de peine à donner à la pâte de ceux-ci une allure cristalline. Or c'est le cas pour la majorité des conglomérats alpins que nous avons étudiés, je dois cependant ajouter que je connais d'autres conglomérats et grès houillers alpins chez lesquels les éléments sont très roulés, et où le ciment abondant étant argileux, est tout naturellement loin de présenter le même degré de cristallinité. Il ne faut d'ailleurs pas exagérer le métamorphisme du houiller, qui est souvent sensiblement moins modifié que les terrains plus jeunes. J'ai déjà dit page 35 de notre mémoire sur le carbonifère : « Ces phénomènes métamorphiques sont moins intenses que dans les quarzites du trias, mais plus généraux. »

J'ai certainement souvent constaté un métamorphisme sur les galets non seulement des conglomérats alpins, mais sur ceux d'autres conglomérats d'âge varié, *c'est toujours dans ce cas du dynamométamorphisme* ; les galets sont écrasés, laminés et transformés en zônes de

brèches locales; lorsque j'ai constaté d'autres transformations, c'est non pas une synthèse, mais une décomposition partielle, parfois même complète, qui rend la détermination des éléments constitutifs difficile, voir même impossible. J'ai vérifié ceci bien souvent, non seulement sur les galets houillers, mais sur ceux de poudingues beaucoup plus anciens, infradévoniens dans l'Oural, ou précambriens au Lac Supérieur.

Arrivons maintenant au point capital :

7) « On ne peut considérer ces galets comme représentant dans leur état primitif les roches cristallines que l'on trouve en place dans les anticlinaux cristallins, entre lesquels se trouve le carbonifère. Par suite on ne peut pas en conclure que ces roches cristallines des anticlinaux cristallins, aient été en place avant le houiller. Seulement le fait que ces conglomérats ont subi un métamorphisme intense, ne doit pas nous faire perdre de vue que les galets qu'ils contiennent représentent tous les types que l'on retrouve dans les anticlinaux intermédiaires. On est amené ainsi à conclure que les roches actuellement cristallines, constituant ces anticlinaux, *ont du subir un métamorphisme tout-à-fait analogue à celui qui a agi sur les éléments du conglomérat.* »

Si je comprends bien M. Sandberg, voici ce que celà signifie :

Les roches diverses qui se trouvent en galets dans le conglomérat, proviennent subséquemment de roches de constitution initiale hypothétique, mais ayant donné par métamorphisme les schistes cristallins des anticlinaux en question. Ces roches ont été dénudées à l'époque du houiller, en fournissant les éléments (galets et arènes) des conglomérats houillers. Ces galets ont subi *in situ*

dans le conglomérat, un métamorphisme identique à celui éprouvé par les roches en place des anticlinaux, et tandis que celles-ci devenaient en masse des mica-schistes ou des gneiss granulitiques divers, les galets subissaient côte à côte dans les conglomérats une transformation identique ; tandis que l'un devenait micachiste à mica blanc, l'autre par exemple se transformait en gneiss granulitique à deux micas et le troisième restait à l'état de galet détritique. De son côté la pâte du conglomérat évoluait pour son propre compte, et se transformait en produit *sui generis ;* et cela se passait après le carbonifère, et même pendant le ridement alpin.

Et voilà pour l'auteur l'explication de ce fait indéniable que le matériel constitutif du houiller est identique à celui qui forme les anticlinaux en place entre lesquels sont pincés actuellement les synclinaux carbonifères. On ne s'aurait s'empêcher de trouver que ce métamorphisme bizarre est vraiment complaisant, et si pour mon compte je ne puis accorder à la théorie de M. Sandberg l'ombre d'une vraisemblance, je lui concède tout au moins le privilège de l'originalité.

Néammoins je vais supposer un instant avec M. Sandberg que les schistes cristallins divers en galets dans les poudingues houillers, ont pu prendre naissance à la suite de ce métamorphisme si curieux. Mais il y a malheureusement des cailloux granitiques dans ce conglomérat, et ces granits sont identiques à ceux qui aujourd'hui affleurent en place dans les anticlinaux cristallins ; dès lors M. Sandberg se trouve emprisonné dans le dilemme suivant : Ou bien le granit est anté-houiller, et les galets du conglomérat carbonifère sont le produit de son démantellement dans un massif émergé à cette époque;

ou bien ce granit est tertiaire, et les galets granitiques du conglomérat ont une autre origine, leur similitude avec le granit oligocène résultant d'un métamorphisme subi après coup, au sein même du conglomérat qui est resté indemne. Je pense qu'il est inutile d'insister ; j'ajouterai d'ailleurs que les galets des conglomérats, comme le granit en place, accusent d'énergiques phénomènes dynamiques qui certes sont le résultat d'une compression qui a été exercée non pas sur un fluide, mais sur une substance manifestement solide.

Passons enfin à l'examen des conglomérats post-houillers ; M. Sandberg cite le poudingue de l'Amone que nous avons rapporté à l'infralias, et conclut comme suit : « Ce dépôt mince et sporadique, ne peut avoir échappé à l'action métamorphique qui a agi sur les terrains qui l'entourent. Dès lors il n'est plus possible de démontrer que les galets du poudingue proviennent forcément des rochers contre lesquels ils reposent, ni que ces rochers aient possédé, dès l'époque infraliasique, la composition qu'ils ont actuellement. »

Or voici ce que nous avons dit du poudingue en question dans notre ouvrage sur le Mont-Blanc, page 187 :

« Ce porphyre est toujours de faible épaisseur, au maximum de 3 mètres, il ne se rencontre pas d'une façon continue sur toute la bordure sédimentaire du Val Ferret, mais on n'en pourrait pas conclure qu'il manque absolument, car les phénomènes d'étirement fréquents que l'on observe dans cette région, peuvent parfaitement en avoir amené la supression totale. Le conglomérat renferme en abondance des cailloux de la grosseur d'une noisette à celle de la tête. On y rencontre les roches suivantes :

1) Des porphyres quartzifères en abondance exceptionnelle, *qui reproduisent tous les divers types microscopiques des porphyres du Val Ferret. On pourrait écrire une véritable monographie de ces derniers sur le matériel fourni par le conglomerat.*

2) Des cailloux de granit et de granulite plus rares, *identiques en tous points* aux granits de la partie du massif qui domine le Val Ferret.

3) Des cailloux dolomitiques.

Quant au ciment il renferme une grande quantité de galets de porphyre, des grains arrondis de Feldspath et surtout de quartz, puis des petites plages granitiques entières. Le tout est réuni par de la calcite en grains et de la Fluorine. »

Si M. Sandberg avait bien voulu comparer au microscope les types pétrographiques des galets du conglomérat avec ceux des mêmes roches en place, il aurait pu se convaincre combien téméraire est son affirmation qu'il n'est plus possible de démontrer que ces galets proviennent des rochers contre lesquels ils reposent. En outre, les porphyres quartzifères sont développés dans le Val Ferret sur une grande étendue, le long du flanc est du Mont-Blanc, et y présentent des types parfaitement caractéristiques; d'autre part ce développement exceptionnel des quartz-porphyres est un fait rare dans les Alpes. Eh bien malgré celà, M. Sandberg estime qu'il convient d'aller rechercher ailleurs et dans un endroit hypothétique la source première du matériel porphyrique du conglomérat de l'Amone, et sans doute aussi celle des granits typiques et des granulites filoniennes qui accompagnent les porphyres dans le conglomérat. J'ajouterai que dans les conglomérats houillers comme

dans ceux infraliasiques, *les galets sont identiques au matériel si caractéristique qu'on trouve en place dans leur voisinage immédiat;* ainsi les galets granitiques du poudingue de Valorsine sont identiques au granit de Valorsine, et pas à celui du Mont-Blanc, pas plus qu'à celui du Val Ferret. Dans le conglomérat de l'Amone, par contre, ce n'est pas la protogine ordinaire du Mont-Blanc que l'on rencontre, *c'est toujours le granit si caractéristique du Val Ferret;* personne ne saurait douter que ces conglomérats sont en général une formation locale, dans laquelle le matériel roulé n'est pas très éloigné de la roche en place qui lui a donné naissance.

Dès lors on ne comprend pas nettement l'idée qu'a pu avoir M. Sandberg, car un examen même rapide des types pétrographiques principaux, qu'il aurait pu aisément se procurer, l'aurait rapidement amené à une autre opinion que celle qu'il a énoncée.

M. Sandberg ajoute aussi qu'il n'est également pas possible de démontrer que les roches des parois qui dominent le Val Ferret aient possédé, dès l'époque de l'infralias, leur composition actuelle. Cela voudrait-il signifier que les quartz porphyres actuels sont eux aussi un produit métamorphosé provenant également d'une roche ancestrale ? Si telle était l'idée de l'auteur, je pense qu'une discussion serait bien inutile. L'origine du poudingue de l'Amone est si évidente que je n'aurais jamais soupçonné qu'elle pût donner prise à une discussion ; la provenance du matériel roulé crève pour ainsi dire les yeux, et quiconque a parcouru les régions du Mont-Blanc qui dominent le Val Ferret, n'hésitera pas un instant à retrouver dans les galets du conglomérat les roches qu'il a vues en place à fois réitérées dans les parois qui s'élèvent au-dessus de la vallée.

M. Sandberg dit aussi que le poudingue de l'Amone, se trouvant sous une épaisseur énorme de terrains métamorphiques, ne peut avoir échappé à l'action métamorphosante qui a agi sur ces terrains. Il aurait été plus simple de vérifier ce qui en est par l'examen microscopique des galets, et je puis certifier à l'auteur qu'il n'aurait pas hésité un seul instant à fixer l'identité pétrographique des différentes roches du conglomérat. Or, tant qu'un quartz porphyre reste un quartz porphyre, et qu'un granit reste un granit, le métamorphisme subi par le conglomérat nous indiffère, et dans les quartz porphyre en place comme en cailloux roulés, le seul métamorphisme qui soit parfois évident est le dynamométamorphisme, comme on pourra le vérifier aisément sur les figures N° 289 et N° 649 de la planche XX de notre mémoire sur le Mont-Blanc.

Je ne veux pas allonger davantage cette discussion, et je conclus qu'en pensant avoir démontré l'âge oligocénique du granit alpin, M. Sandberg s'est simplement mis en contradiction formelle avec les faits d'observation directe. Sans doute la tentative qu'il a faite d'expliquer le métamorphisme alpin est intéressante, et je pense avec lui que les causes de ce métamorphisme sont multiples ; mais je crois que présentement il est bien difficile de distinguer celles qui dans tel ou tel cas ont été efficientes, et j'ai bien peur qu'en voyant dans le granit oligocène l'explication simultanée de l'accentuation du métamorphisme alpin et de l'origine des blocs exotiques du Flysch, M. Sandberg n'ait pris son désir pour une réalité.

Genève, janvier 1906.

LA
IIIe CONFÉRENCE GLACIAIRE INTERNATIONALE

PAR

Paul-L. MERCANTON

Les Congrès et Sessions des Sociétés scientifiques sont organisés aujourd'hui sur des bases si largement accueillantes, ils offrent, pour reposer de séances remplies par l'exposé forcément sommaire de questions souvent disparates, une telle profusion de délassements attractions et distractions diverses, que le nombre des participants dépasse ordinairement de beaucoup le nombre favorable à un travail vraiment fructueux. Les sciences, en particulier qui étudient le sol et ses accidents, géographie, géologie, physique du globe etc. ne trouvent qu'un maigre profit à des discussions de cabinet, dans quelque grande ville.

Les Conférences glaciaires internationales, dont le regretté Edouard Richter fut l'initiateur, sont nées du désir de donner aux glaciéristes, en évitant les écueils que je viens de rappeler, l'occasion d'échanger et de discuter leurs idées dans une intimité propice, de se faire connaître mutuellement leurs travaux en cours d'exécution, de recueillir des observations en commun, et de coordonner leurs efforts, en vue d'une collabora-

tion plus étroite, pour l'étude des questions, dont la solution est jugée la plus immédiatement désirable.

Pour obtenir le résultat souhaité il fallait, comme l'avait compris et réalisé Richter, en 1899, comme l'ont fait après lui les organisateurs des conférences : inviter à y prendre part un nombre restreint de personnes connues pour s'occuper des glaciers, une vingtaine tout au plus, leur donner rendez-vous au sein même des régions où des recherches se poursuivent qui méritent l'attention des glaciéristes, consacrer la majeure partie du temps à des courses d'observation en commun et occuper les veillées ou les heures de mauvais temps par des séances de discussions cordiales et des exposés préparatoires aux visites projetées ; enfin laisser soigneusement de côté toutes formalités et se contenter d'un court protocole, résumant les constatations faites et éventuellement les résolutions prises.

Trois conférences ont, à l'heure qu'il est, fait la preuve de l'excellence de ce mode d'organisation. Pour l'importance des observations enregistrées, pour l'impulsion et la cohésion qu'elles ont données aux études glaciaires, le contact qu'elles ont créé entre les groupes de chercheurs des divers pays, elles mériteraient toutes trois mieux qu'une simple mention. Des raisons d'actualité m'obligent cependant à renvoyer le lecteur pour le détail des deux premières aux protocoles parus ailleurs[1] et à réserver à celui de la IIIe Conférence, la

[1] Dr Éd. Richter Protokoll über die Konferenz von Gletscher forschern am 20 August 1899 zu Gletsch im Wallis. — Protokoll über die zweite Konferenz von Gletscherforschern, am 4 sept. 1901 zu Vent, Oetztal. Wien 1902 Verlag des D. O. Alpenverens.

place que les *Archives*, fidèles à une louable tradition, font dans leurs pages aux questions glaciaires.

La Ire Conférence glaciaire internationale avait pour objet de faire connaître aux glaciéristes, de visu, les beaux travaux poursuivis depuis 25 ans au glacier du Rhône (Rhône-Vermessungen) par les Suisses, d'établir et de fixer une nomenclature des moraines distinguant nettement entre les moraines déposées et les moraines encore en mouvement, enfin de proposer aux chercheurs un programme d'études répondant aux besoins du moment.

Cette conférence, convoquée et présidée par Richter réunit à Gletsch, en Valais, le 20 août 1899, 17 participants de toutes nationalités. Les 21 et 22 août furent consacrés à des séances de discussion générale et à des visites, précédées d'exposés préparatoires, des diverses régions du glacier du Rhône et des travaux de mensuration. Le 23 les glaciéristes traversèrent le glacier dans sa partie moyenne et, par le Nægelisgrætli, atteignirent l'Hospice de la Grimsel, où des séances terminèrent la journée. Le 24 ils parcoururent le glacier inférieur de l'Aar, de son front jusqu'à l'Abschwung puis se séparèrent le 25 au matin, après 4 jours et demi d'une vie commune, féconde en heureux résultats comme le prouvent les nombreuses annexes au protocole. Je reviendrai à la fin de cet article sur le programme de recherches élaboré par la Conférence pour servir de guide aux études ultérieures.

Deux ans plus tard à l'invitation de MM. Richter et Finsterwalder (Munich), une seconde Conférence glaciaire s'assemblait dans les Alpes orientales. Il s'agissait cette fois de parcourir de compagnie le groupe si

intéressant des glaciers de l'Oetztal supérieur, Vernagt-, Gusslar-, Hintereis- et Hochjoch-Ferner, scrutés depuis des années par un groupe de savants allemands, avec l'appui du Club alpin allemand et autrichien (D. Oe A. V.) et qui ont fait l'objet des belles publications de MM. Finsterwalder, Hess et Blümcke. Le programme de la réunion comportait : 1° La visite des glaciers de Vernagt et de Gusslar. 2° Une visite aux forages glaciaires de l'Hintereisferner. 3° La revision du protocole de la 1re Conférence et la mise en discussion de nouvelles questions.

La Conférence débuta à Vent, le 4 septembre 1901, par un exposé de son président, M. Finsterwalder, pour servir d'introduction à la course du lendemain. Cette seconde journée fut en effet employée tout entière à la visite du Vernagtferner, en crue énergique cette année là. Les glaciéristes passèrent la nuit dans la cabane du Vernagt où ils furent les hôtes très choyés de la Section Würzburg du D. Oe A. V. et la quittèrent le lendemain 6 septembre pour gagner par le Gusslarferner, dont les dolines excitèrent le plus vif intérêt, et le Rofenberg, le Kesselwandferner et de là l'emplacement des forages glaciaires, sur l'Hintereisferner, forages dont le Dr Hess leur fit la démonstration.

De là les glaciéristes se rendirent au Hochjochhospiz où eut lieu, le soir même, la séance de clôture. Cette séance s'occupa essentiellement de reviser et compléter les décisions de la conférence de 1899[1].

Ce bref rappel des actes des Conférences de 1899 et 1901 aura, je l'espère, suffisamment orienté le lecteur

[1] Voir protocole de 1899.

sur l'esprit dans lequel ces réunions furent organisées et conduites pour que je puisse sans plus amples explications remplir la tâche qui m'a été confiée, de donner au public scientifique de langue française, connaissance des travaux de la troisième Conférence glaciaire internationale, convoquée en 1905, à la Maloja, Haute-Engadine, par le professeur Harry-Fielding Reid, de Baltimore. Après avoir évoqué le souvenir des événements saillants de la conférence, d'après le protocole rédigé par MM. Brückner et Finsterwalder et adopté par la conférence[1], je donnerai une traduction aussi fidèle que possible de la partie du dit protocole réservé aux constatations scientifiques faites en commun au glacier de Forno et qui constituent la contribution décisive de la réunion à notre connaissance des glaciers.

Le 6 septembre 1905 se trouvaient rassemblés à l'Hôtel Kursaal, à la Maloja, quartier général de la Conférence, MM. A. Blümcke (Nuremberg), Ed. Brückner (Halle sur S.), J. Coaz (Berne), H. Crammer (Salzburg) S. Finsterwalder (Munich), F. A. Forel (Morges), E. J. Garwood (Londres), A. Hamberg (Stockholm), P. Harder (Copenhague), F. Machacek (Vienne), P. L. Mercanton (Lausanne), G. Merzbacher (Münich), E. Porro (Gênes), H. F. Reid (Baltimore) K. J. V. Steenstrup (Copenhague), F. Wahnschaffe (Berlin).

Le même soir, M. Reid ouvrit la Conférence, qu'il devait présider. Son discours en anglais, successivement résumé en français par M. Forel et en allemand par M. Finsterwalder, exposait que le but principal de

[1] Protokoll der III internationalen Gletscherkonferenz in Maloja, vom. 6 bis 9 September 1905. *Petermanns Geogr. Mitteilungen* 1905. Heft XI.

la réunion était d'examiner la question, laissée pendante par les Conférences antérieures de la relation entre la stratification du névé et la structure rubanée (Bänderung) de la langue glaciaire, examen auquel le glacier voisin de Forno, étudié par lui depuis de longues années, offrait un matériel et des conditions d'observation des plus favorables. Il espérait pouvoir démontrer que cette opinion défendue par Agassiz, il y a quelque 60 ans, que la Bänderung procède directement de la stratification du névé, était juste. L'origine des moraines internes et les particularités des glaciers parasites devaient aussi être l'objet d'une attention spéciale.

Les journées des 7 et 8 septembre furent consacrées entièrement à la visite détaillée du glacier de Forno. Un temps légèrement couvert, sans soleil, comme aussi l'absence totale de neige fraîche, favorisèrent beaucoup l'observation.

D'une hauteur on put examiner avantageusement l'allure de la Bänderung au front du glacier et ses rapports avec le régime de crevassement. La montée le long du glacier, qui suivit, fournit une riche moisson d'observations très nettes sur l'aspect que prend la Bänderung aux parois des crevasses.

A la halte de midi, sur la rive gauche du glacier, le doyen de la compagnie, le vénérable Inspecteur fédéral en chef des Forêts, à Berne, M. J. Coaz, dont les belles études sur les avalanches et la participation active à l'organisation de la surveillance officielle des glaciers suisses ont rendu à la science de très grands services et qui avait tenu malgré ses 83 ans sonnés, à faire aux glaciéristes de toutes nationalités les honneurs de son pays natal, prit congé de ses collègues pour re-

gagner la Maloja. Des vivats chaleureux lui marquèrent l'enthousiasme et l'admiration unanimes pour tant de verdeur et d'énergie. Puis l'escalade d'un deuxième point de vue, sur la rive gauche, permit d'observer le développement de la structure rubanée dans la partie haute du glacier. La visite d'un glacier parasite, la traversée du fleuve de glace et la montée à la cabane du Forno (2561 mètres) par un affluent latéral de la rive droite, puis un souper animé terminèrent cette première journée quelque peu fatiguante.

Le lendemain matin on atteignit un troisième belvédère, sur la rive droite du glacier, dont le bassin d'alimentation put être examiné à l'aise.

Quelques membres de la Conférence remontèrent encore jusqu'aux confins du névé (2750 m.) puis au milieu de la journée tous se retrouvèrent au bivouac de la veille.

Durant le trajet de retour à la Maloja on eut amplement l'occasion de soumettre les faits observés le jour précédent, à un contrôle éclairé par les constatations faites dans les régions supérieures du glacier.

La séance de clôture eut lieu le lendemain, 9 septembre, au quartier général. M. Reid y évoqua en termes émus la mémoire de l'initiateur des Conférences, le Prof. Ed. Richter, de Graz, enlevé récemment à la Science, et l'assemblée à la proposition de MM. Brückner et Reid, décida l'envoi immédiat d'un télégramme de sympathie à Mme Richter.

Puis la discussion générale fut ouverte sur la base d'un résumé des fait observés rapidement préparé par MM. Finsterwalder et Brückner et traduit phrase par phrase en français par M. Mercanton.

De la discussion résulta la confirmation générale des vues de M. Reid et de ses observations au glacier du Forno, confirmation qui trouva son expression dans le procès verbal suivant, adopté par la conférence :

1° La stratification propre de chaque lobe du névé persiste après la réunion de ces lobes dans le bassin collecteur général ; les couches des divers composants sont pressées les unes contre les autres et plissées. Il en résulte que les strates du névé transformées en glace, apparaissent à la surface du glacier proprement dit sous la forme d'ogives. Cette forme arquée des différentes couches, que la coloration due aux poussières éoliennes permet de distinguer les unes des autres, d'aplatie et irrégulière qu'elle est dans les régions supérieures, devient à mesure qu'on descend le glacier toujours plus étirée dans le sens de la longueur de celui-ci. Finalement les segments des arcs d'affleurement parallèles à l'axe du glacier, prennent une telle prépondérance que sa surface apparaît couverte de stries parallèles longitudinales. Cependant, dans quelques cas isolés les sommets des arcs sont encore visibles à 1 kilomètre du front du glacier (longueur : 8 km. environ).

Les anticlinaux et les synclinaux du plissement ont pu être reconnus, en plus d'un point, aux parois des crevasses transversales. A la surface du glacier, sous l'influence de l'ablation, les affleurements des plis donnent naissance à des crêtes isoclinales (Crêtes de Reid).

2° Dans la mesure même où l'on s'éloigne du névé, la stratification de celui-ci revêt de plus en plus nettement les caractères distinctifs de la Bänderung (Blau-

blätterstruktur, structure rubanée) de telle sorte qu'au glacier de Forno il ne peut faire aucun doute que cette Bänderung ne procède graduellement de la stratification La Bänderung issue de la stratification peut être suivie jusqu'à 300 mètres de l'extrémité du glacier.

3° La Bänderung caractérisée ci-dessus, est traversée comme la stratification dans les régions supérieures, par des failles à très forte inclinaison, qu'on doit attribuer à des crevasses plus tard refermées. Ces failles sont généralement accompagnées de flexure.

Les cicatrices des crevasses apparaissent le plus souvent comme des bandes bleues recoupant la Bänderung. Vers le bout du glacier les cicatrices de crevasses sont étirées en ogives et déversée vers l'aval. De la sorte naît, au front du glacier, une nouvelle structure rubanée.

4° La Bänderung issue de la stratification présente, au point de vue de la régularité de sa disposition, des différences considérables, entre les divers affluents. Ces différences s'atténuent au fur et à mesure qu'on descend vers l'extrémité du glacier et finissent par disparaître complètement.

La Bänderung due à la cicatrisation des crevasses est au contraire, en raison même de la grande extension du crevassement transversal, développée d'emblée d'une rive à l'autre du glacier et conserve jusqu'à l'extrémité cette particularité.

5° Dans la partie la plus reculée du névé, au pied de la Cima del Largo sort, du milieu d'une roide pente de glace, un îlot rocheux qui, en règle générale, est contourné par les masses glacées mais est de temps à autre le siège d'avalanches glaciaires. En dessus de la

ligne du névé et suivant la ligne de mouvement [Bewegungslinie] partant de cet îlot rocheux on observe une perturbation particulière de la structure, en ce sens que les lignes de structure forment une série de contours fermés qui peu à peu s'étirent vers l'aval et s'évanouissent à 1 km. environ en amont de la cabane de Forno. Cet endroit marque la venue au jour d'une ligne d'écoulement (Stromlinie) ayant son parcours dans la masse même du glacier et son point de départ au pied de l'îlot rocheux.

6° A un kilomètre en amont de la cabane de Forno, sur la rive gauche se termine un petit glacier suspendu qui supporte un glacier parasite. Un troisième glacier d'éboulement repose en partie sur le premier et en partie sur le deuxième glacier. Chacun des trois glaciers a sa structure propre, en discordance avec celle du glacier sous-jacent. Les surfaces de séparation des glaciers se reconnaissent à une couche sale dont on peut suivre sans lacunes, l'affleurement. L'allure des crevasses n'est cependant en aucune manière influencée par les surfaces de séparation, ce qui prouve que le complexe glaciaire se meut comme un tout.

Des signes de glissements aux surfaces de séparation font défaut.

7° Sur l'affluent immédiatement voisin de la cabane du Forno, se dresse une moraine, qui ne se distingue pas extérieurement d'une moraine médiane. Il ne s'agit cependant pas ici d'une moraine interne, isolée et verticale; les matériaux viennent au jour suivant une série de plans de couches, parallèles et peu inclinés vers la surface du glacier. La dite moraine doit sa naissance à l'existence, tout proche, d'un couloir d'éboulement qui

de temps en temps parsème le névé de débris rocheux.

Le débat, très animé, s'étendit à d'autres objets encore. Puis M. Forel remercia les glaciéristes étrangers d'avoir choisi la Suisse comme terrain d'observations de la IIIme conférence glaciaire internationale et les invita officiellement à participer aux travaux de l'Assemblée générale de la Société helvétique des Sciences naturelles réunie à Lucerne.

Un repas en commun réunit une dernière fois les glaciéristes.

J'ai dit plus haut que la conférence de 1899 avait élaboré et publié en annexe à son protocole, un programme détaillé des recherches sur lesquelles il lui paraissait urgent d'orienter les efforts des naturalistes. Les conférences ultérieures ont démontré l'utilité de ce travail et permis de constater déjà des progrès réjouissants dans l'accomplissement de la tâche ainsi proposée.

Il s'en faut de beaucoup toutefois que ce programme soit épuisé et si sur quelques points des résultats définitifs semblent acquis, sur beaucoup d'autres notre connaissance est encore très imparfaite, sur maints d'entre eux nous ne savons rien ou presque rien. C'est donc faire œuvre utile que de rappeler ici les principales questions à l'ordre du jour [1].

La IIIme conférence glaciaire a consacré un pas décisif vers la solution du problème si ardu et si controversé de l'origine de la Bänderung. Il importe maintenant de refaire sur le plus de glaciers possible, la belle série des observations du Forno, en cherchant tout spécialement à combler la lacune qui subsiste encore pour le front

[1] Voir pour le détail le protocole de 1899.

même du glacier (Observation 2). Un critère, cristallographique ou autre, permettant de distinguer à tout coup les bandes bleues issues de la stratification de celles dues à la cicatrisation des crevasses serait pour cela éminemment utile. Le mode d'accroissement du grain, pour lui-même, et dans ses rapports avec la Bänderung et la stratification, ses propriétés physiques pris isolément ou en masse appellent des études encore (Programme de 1899, Point 4, lettre A).

Les chercheurs de l'Oetztal ont considérablement développé nos connaissances des phénomènes morainiques, surtout en ce qui concerne les moraines médianes et internes, si bien que la conférence de 1901 a cru pouvoir rayer du programme de 1899, l'établissement de galeries au travers des dites moraines, opération très coûteuse.

Le travail du glacier sur son lit nous est en revanche encore assez mal connu et à ce titre les ingénieuses tentatives d'évaluation de l'apport des moraines internes à la surface, faites par M. Hess, en Oetztal, méritent d'être encouragées et étendues à des glaciers fondés sur des terrains de natures diverses. Les forages glaciaires ont d'autre part livré et livreront encore d'utiles renseignements sur la forme du lit glaciaire, sur la vitesse d'écoulement interne. De tels travaux devront être entrepris ailleurs encore.

Le problème des mouvements différentiels des couches superposées du glacier, par glissement les unes sur les autres, de même que ceux des variations saisonnières de la vitesse d'écoulement et celle des déplacements verticaux des masses est déjà à l'étude, mais nous ne savons encore rien du gonflement hibernal du glacier,

non plus que des variations, avec les saisons, de la teneur en alluvions du torrent glaciaire. (Points 11 et 15.)

Enfin si la thermométrie du glacier nous est aujourd'hui un peu moins étrangère grâce surtout aux forages de l'Hintereisferner, en revanche toute sa calorimétrie est encore à faire. Il s'agira de faire, dans l'ablation, les parts respectives, de la chaleur rayonnée directement ou indirectement, de la chaleur provenant du sol, de l'air ambiant, de la condensation de vapeur d'eau, etc. (Point 16.)

Les glaciéristes ont encore et pour longtemps de la besogne assurée et urgente. C'est le mérite des conférences de l'avoir indiquée et facilitée.

Munich, 3 février 1905.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

juin, juillet et août 1905

(ÉTÉ 1905.)

OBSERVATIONS DIVERSES

Juin 1905.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 18 à Savatan; les 6, 11 et 12 à Dailly; les 5, 6, 11, 12 et 17 à l'Aiguille.

Fœhn : les 29 et 30 à Lavey, Savatan et Dailly.

Orages les 4, 13, 24 et 25.

Halo lunaire le 13.

Juillet 1905.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 29 à Savatan; le 6 et le 29 à Dailly; les 6, 24 et 29 à l'Aiguille.

Orages les 4, 5, 16, 17, 18, 23 et 28.

Août 1905.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 2 à Savatan et à Dailly; les 2, 5, 11 et 23 à l'Aiguille.

Orages les 11, 22, 23 et 26.

Grêle à Lavey dans la nuit du 22 au 23.

Tremblement de terre observé à Savatan le 13, à 11 h. 22 m. du matin.

ERRATA

Pression atmosphérique du mois de *Janvier 1905* à Dailly.

Pression du mois : 7 h. m., lire : 661mm.13 au lieu de 661mm.06 ; 9 h. s., lire : 661mm.58 au lieu de 661mm.55.

Température moyenne du mois de *Mars 1905* à Dailly.

Lire : + 1°.53 au lieu de + 2°.18.

MOIS DE JUIN 1905

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromét. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	705.8	660.7	+15.0	+11.9	87	80	10	9	9	6.1	....	6.6	....	7.6	....	6.3	....
2	708.4	663.0	16.9	13.2	65	64	4	3	5	....	....	....	....	....	....	....	....
3	706.9	662.1	18.9	14.8	54	54	2	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
4	705.6	661.3	20.2	16.3	47	46	2	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
5	704.0	659.2	18.3	14.4	68	63	6	6	6	4.8	....	4.7	....	5.2	....	4.0	....
6	700.6	655.7	12.9	9.5	**93**	92	10	10	10	**23.0**	....	**22.3**	....	**24.9**	....	**24.1**	....
7	700.7	654.8	**10.9**	**6.2**	77	83	10	8	9	....	....	....	....	....	....	....	....
8	700.9	655.5	12.7	8.3	68	62	9	8	9	....	....	....	....	0.3	....	....	....
9	700.6	655.5	15.6	11.2	53	53	8	6	7	....	....	....	....	0.4	....	0.7	....
10	699.1	654.1	13.7	9.8	80	74	10	7	10	5.1	....	5.1	....	9.0	....	8.2	....
11	**699.0**	**653.5**	12.5	8.7	89	**93**	10	9	10	7.2	....	7.3	....	9.3	....	8.4	....
12	700.3	654.9	12.5	8.7	87	86	9	8	9	1.1	....	0.7	....	1.9	....	1.0	....
13	699.5	654.7	13.9	10.5	68	73	2	2	2	1.7	....	2.1	....	4.1	....	2.2	....
14	699.1	653.9	14.5	11.0	64	58	7	6	7	4.5	....	4.7	....	6.5	....	4.8	....
15	700.9	656.2	15.2	12.2	79	69	6	6	5	8.8	....	10.8	....	10.0	....	10.8	....
16	701.9	657.2	17.9	13.4	65	67	5	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
17	700.8	655.8	15.7	12.1	86	84	8	8	9	8.7	....	8.7	....	9.4	....	8.4	....
18	702.5	656.6	15.8	11.0	75	80	6	7	5	....	....	0.5	....	0.7	....	0.4	....
19	704.5	659.6	15.2	11.8	80	62	6	8	5	8.0	....	11.1	....	13.4	....	8.6	....
20	709.4	664.0	17.3	12.6	69	71	4	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
21	**709.6**	**665.1**	18.5	16.1	61	58	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	709.1	664.5	20.7	17.7	62	54	0	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
23	705.0	661.3	18.3	14.5	70	62	1	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
24	702.6	658.0	13.9	10.3	62	65	2	6	3	....	....	....	....	0.2	....	0.2	....
25	704.3	658.9	13.7	10.0	72	67	8	7	9	....	....	....	....	0.9	....	0.2	....
26	705.1	660.5	15.6	13.2	64	55	2	7	6	....	....	....	....	....	....	0.3	....
27	704.6	660.6	19.2	15.3	57	59	5	7	8	1.2	....	1.4	....	1.9	....	2.3	....
28	702.3	659.0	17.5	14.0	77	76	4	7	6	....	....	1.1	....	0.8	....	....	....
29	700.0	656.4	21.0	17.5	54	49	2	5	3	....	....	....	....	....	....	....	....
30	699.2	656.9	**24.8**	**19.7**	**43**	**45**	4	7	5	....	....	....	....	0.4	....	0.7	....
Mois	703.07	658.31	+ 16.29	+ 12.53	69	67	5.4	5.8	5.7	80.2	....	87.1	....	106.9	....	91.6	....

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1905

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	703.75	703.02	703.03	703.27	658.53	658.12	657.93	658.19
2me » ...	701.69	701.45	702.20	701.78	656.35	656.55	657.00	656.63
3me » ...	704.79	704.05	703.65	704.17	660.35	660.19	659.81	660.11
Mois..	703.41	702.84	702.96	703.07	658.41	658.29	658.24	658.31

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+14.05	+17.68	+14.82	+15.52	+11.9	+20.2
2me » ...	12.54	17.77	14.84	15.05	12.4	20.0
3me » ...	15.04	21.44	18.44	18.31	13.5	23.1
Mois..	13.88	18.96	16.03	16.29	12.6	21.1
	Dailly					
1re décade...	+10.27	+13.32	+11.08	+11.56	+ 8.5	+15.2
2me » ...	9.81	13.09	10.70	11.20	8.0	15.3
3me » ...	12.58	17.40	14.50	14.83	10.6	18.9
Mois..	10.89	14.60	12.09	12.53	9.0	16.5

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	77	60	71	69	72	64	66	67
2me » ...	86	63	80	76	79	68	76	74
3me » ...	72	55	60	62	65	54	57	59
Mois..	78	59	70	69	72	62	66	67

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.9	6.6	7.5	7.0	5.9	5.6	6.2	5.9	5.7	6.8	7.6	6.7
2me » ...	5.9	6.8	6.0	6.2	6.1	6.0	6.3	6.1	6.3	6.1	6.4	6.3
3me » ...	2.9	3.7	2.2	2.9	4.3	6.0	5.4	5.3	3.0	5.2	4.2	4.1
Mois..	5.2	5.7	5.2	5.4	5.4	5.9	6.0	5.8	5.0	6.0	6.1	5.7

MOIS DE JUILLET 1905

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	**703.3**	659.9	+22.0	+19.2	67	57	2	2	4	....	....	....	....	....	....	....	....
2	708.2	664.2	22.7	20.0	62	60	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
3	**710.7**	**667.0**	25.3	**21.0**	50	39	0	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
4	707.2	664.2	**27.3**	23.4	**39**	42	3	1	1	2.0	....	0.3	....	1.8	....	1.0	....
5	703.5	659.8	21.7	18.2	64	59	7	6	7	**15.2**	....	**15.7**	....	**17.1**	....	14.3	....
6	704.4	**658.9**	14.6	11.2	89	93	10	9	10	8.0	....	7.9	....	11.3	....	12.5	....
7	704.5	659.2	**13.9**	**10.4**	80	72	8	7	7	1.5	....	0.5	....	1.0	....	0.8	....
8	704.9	661.1	18.9	14.3	68	66	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
9	707.0	662.6	20.3	16.6	67	62	5	5	4	3.8	....	1.8	....	2.5	....	2.4	....
10	708.9	664.3	19.5	15.3	71	78	4	7	6	....	....	....	....	....	....	....	....
11	708.1	663.4	20.2	15.5	64	68	2	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
12	706.9	662.6	21.5	18.1	59	58	0	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
13	707.6	663.1	20.5	16.9	59	60	3	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
14	707.8	663.1	19.5	15.4	62	61	0	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
15	705.7	662.0	20.3	16.6	60	56	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	704.0	661.0	22.5	18.4	51	50	4	1	0	2.3	....	1.2	....	2.4	....	1.7	....
17	705.7	661.5	20.1	17.8	73	56	8	6	5	14.1	....	15.6	....	16.9	....	**17.0**	....
18	706.4	661.7	18.1	14.0	76	76	6	7	8	4.8	....	....	....	4.4	....	4.6	....
19	707.3	662.3	17.8	12.9	62	67	0	6	4	....	....	....	....	0.3	....	0.2	....
20	707.2	662.0	16.7	13.1	58	58	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	706.4	661.9	18.8	16.4	58	48	3	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	706.3	661.9	22.1	19.6	46	**38**	1	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
23	704.5	660.2	22.0	18.8	50	42	4	4	6	12.9	....	9.5	....	11.0	....	12.0	....
24	704.0	659.1	15.3	12.2	**90**	**95**	8	9	10	8.1	....	7.0	....	9.1	....	7.5	....
25	705.5	660.7	18.5	14.6	64	71	1	1	1	...	....	....	....	....	....	....	....
26	706.0	661.4	20.2	16.7	62	61	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	705.8	661.8	22.3	19.6	58	48	0	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
28	704.7	660.8	22.1	18.9	59	52	7	4	5	8.0	....	8.0	....	9.6	....	8.6	....
29	705.8	660.9	19.5	15.8	70	75	5	4	5	....	....	....	....	0.9	....	2.5	....
30	705.5	660.4	21.1	17.5	54	57	1	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
31	705.5	661.2	21.1	17.6	65	57	4	2	5	0.3	....	....	....	3.0	....	2.6	....
MOIS	706.11	661.76	+20.20	+16.74	63	61	3.2	3.4	3.4	81.0	....	67.5	....	91.3	....	87.7	

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1905

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	706.03	705.93	706.80	706.25	661.87	662.04	662.48	662.13
2me » ...	707.10	706.47	706.48	706.68	662.38	662.21	662.25	662.28
3me » ...	705.84	705.37	705.19	705.47	661.08	660.89	660.87	660.86
Mois..	706.31	705.91	706.12	706.11	661.76	661.69	661.83	661.76

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+18.54	+23.72	+19.62	+20.63	+16.3	+25.5
2me » ...	16.28	22.78	20.10	19.72	15.2	25.1
3me » ...	16.60	23.11	21.04	20.25	16.3	26.1
Mois..	17.12	23.20	20.28	20.20	15.9	25.6

	Dailly					
1re décade...	+15.59	+20.14	+16.03	+17.25	+13.2	+21.7
2me » ...	13.48	18.22	15.92	15.87	12.9	20.0
3me » ...	14.84	18.99	17.35	17.06	13.4	21.2
Mois..	14.64	19.11	16.46	16.74	13.2	21.0

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	73	59	64	66	67	54	67	63
2me » ...	75	56	56	62	71	59	53	61
3me » ...	73	55	56	61	64	55	56	58
Mois..	74	57	59	63	67	56	59	61

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	3.6	3.7	4.7	4.0	3.7	4.1	4.2	4.0	3.9	4.5	4.2	4.2
2me » ...	2.9	2.3	2.4	2.5	3.5	3.6	3.1	3.4	2.2	2.8	3.0	2.7
3me » ...	3.2	3.1	2.7	3.0	2.4	2.7	3.2	2.8	2.6	3.5	4.2	3.4
Mois..	3.2	3.0	3.3	3.2	3.2	3.5	3.5	3.4	2.9	3.6	3.8	3.4

MOIS D'AOUT 1905

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	703.6	659.7	+19.1	+15.8	87	75	9	10	10	29.0	....	33.0	....	32.6	....	31.7	....
2	703.6	658.6	17.1	13.4	87	93	6	7	9	9.5	....	7.4	....	4.0	....	6.5	....
3	700.9	657.4	20.2	17.2	77	61	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
4	700.4	657.6	21.8	19.3	58	44	0	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
5	701.9	658.1	14.3	12.7	93	82	9	8	8	**41.4**	....	**42.5**	....	**52.1**	....	**48.7**	....
6	706.0	661.5	10.9	8.4	92	80	9	9	10	9.5	....	9.8	....	13.5	....	12.8	....
7	707.1	661.8	15.7	11 8	67	67	1	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
8	707.6	662.6	18.1	14.9	58	54	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	707.9	663.6	21.5	19.2	53	46	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
10	706.0	661.9	**22.6**	**20.9**	**50**	43	0	0	1	3.5	....	4.8	....	6.8	....	5.8	....
11	706.0	661.2	15.3	10.8	80	90	10	9	10	30.6	....	33.8	....	43.1	....	39.5	....
12	**710.1**	**664.2**	13.5	9.6	64	66	3	2	3	0.1	....	....	....	....	....	....	....
13	709.5	663.8	14.8	12.6	66	55	1	0	2	....	....	....	....	....	....	....	....
14	707.6	663.3	19.3	15.5	60	52	0	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
15	706.7	662.9	19.3	18.1	60	**39**	2	0	4	2.5	....	2.5	....	2.5	....	2.0	....
16	705.2	660.6	16.0	12.5	91	85	10	9	10	30.4	....	35.6	....	42.1	....	37.3	....
17	704.8	660.1	14.6	11.2	87	87	10	7	10	1.1	....	2.1	....	0.4	....	2.2	....
18	707.0	661.7	17.4	14.0	77	78	6	6	5	....	....	....	....	....	....	....	....
19	708.0	662.4	18.8	15.3	71	73	6	8	3	....	....	....	....	....	....	....	....
20	708.3	662.1	18.8	15.5	75	75	3	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
21	706.3	662.7	19.3	15.9	67	65	1	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	705.6	661.6	18.9	16.6	63	67	3	4	4	35.0	....	42.1	....	36.8	....	34.5	....
23	705.7	660.7	15.7	12.1	97	**94**	10	9	10	26.0	....	24.6	....	26.3	....	25.2	....
24	704.5	659.3	13.1	11.4	**100**	77	9	9	9	17.0	....	17.7	....	17.7	....	16.2	....
25	701.6	657.1	16.2	15.1	86	67	6	5	7	12.0	....	11.7	....	11.3	....	10.8	....
26	701.6	657.0	14.8	12.9	82	66	10	9	10	9.5	....	11.8	....	10.8	....	9.6	....
27	705.1	660.4	13.1	10.1	68	70	8	8	6	0.2	....	....	....	0.2	....	0.4	....
28	700.9	655.3	12.5	10.1	79	63	7	6	7	23.0	....	24.2	....	24.3	....	23.5	....
29	**695.8**	**650.7**	**10.0**	**7.2**	91	70	9	10	10	12.5	....	14.2	....	14.9	....	14.7	....
30	700.0	654.3	10.9	7.8	69	67	5	3	2	0.1	....	....	....	0.2	....	0.3	....
31	706.0	661.1	12.8	9.7	69	77	5	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	704.88	660.17	+16.33	+13.47	75	69	5.1	5.0	5.1	292.9	....	317.8	....	339.6	....	321.7	....

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1905

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	704.47	704.43	704.58	704.49	660.21	660.15	660.48	660.28
2me » ...	707.41	707.16	707.41	707.33	662.41	661.93	662.35	662.23
3me » ...	703.21	702.68	703.10	703.00	658.18	658.11	658.29	658.19
Mois..	704.97	704.69	704.97	704.88	660.20	660.00	660.31	660.17

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+15.86	+ 19.91	+18.58	+18.12	+14.8	+22.5
2me » ...	14.04	18.92	17.40	16.79	13.4	20.9
3me » ...	12.58	16.64	13.67	14.30	12.0	18.1
Mois..	14.11	18.43	16.46	16.33	13.3	20.4
	Dailly					
1re décade...	+13.15	+17.03	+15.87	+15.35	+11.7	+18.9
2me » ...	11.49	15.70	13.35	13.51	9.2	17.3
3me » ...	10.43	13.81	10.89	11.71	8.5	15.3
Mois..	11.65	15.46	13.29	13.47	9.7	17.1

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	79	67	70	72	68	65	60	64
2me » ...	82	69	69	73	77	65	68	70
3me » ...	86	72	81	79	77	64	72	71
Mois..	82	69	74	75	74	65	67	69

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	3.6	3.9	2.8	3.4	3.9	4.3	3.4	3.9	3.6	4.6	4.6	4.3
2me » ...	5.0	4.7	5.2	5.0	5.2	5.1	3.6	4.6	5.0	4.7	4.9	4.9
3me » ...	6.9	6.9	6.2	6.7	7.0	6.5	5.3	6.3	6.6	6 2	5.7	6.2
Mois..	5.2	5.2	4.8	5.1	5.4	5.4	4.1	5.0	5.1	5.2	5.1	5.1

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 18 octobre 1905.

H. Dufour. Le rayonnement solaire pendant l'éclipse du 30 août.

M. H. Dufour. *Le rayonnement solaire pendant l'éclipse du 30 août.*

L'éclipse du 30 août n'était que partielle pour notre pays, les huit dixièmes du diamètre solaire ont été masqués par le disque lunaire au moment de la plus grande phase du phénomène.

Il m'a paru intéressant de mesurer exactement quelle quantité de chaleur le soleil nous envoyait pendant que sa surface était partiellement masquée par le globe sombre de la lune. Les observations ont été faites au Chalet à Gobet sur Lausanne, à l'altitude de 836 mètres ; nous avions choisi cette station pour que les résultats ne soient pas troublés par les fumées et poussières de la ville. Le ciel, très nuageux, n'a permis de faire que des mesures intermittentes lorsque le soleil brillait entre les nuages : les chiffres sont relatifs mais comparables entre eux ; ils expriment la quantité de chaleur en calories reçus par 1 m² de surface, pendant une minute. Une calorie chauffe 1 kilo d'eau de 1° centigrade.

L'éclipse a commencé à 1 h. 02 ; la chaleur reçue était alors de 12 cal. 09 par minute et par mètre carré.

A 1 h. 25, un quart du diamètre solaire était couvert, il restait 85 pour 100 de la surface solaire et la chaleur

envoyée était de 9 cal. 95 ; à 1 h. 32, le tiers du diamètre était couvert et 78 % de la surface nous éclairait ; la chaleur envoyée était de 9 cal. 7 ; à 1 h. 47, la moitié du diamètre était couvert ; il restait 61 % de surface solaire, envoyant 7 cal. 1 ; à 2 h. 02, les deux tiers du diamètre étaient envahis par la lune et il restait 42 % de soleil, envoyant 4 calories ; à 2 h. 17, les cinq sixièmes du diamètre solaire étaient masqués, c'était le maximum ; il restait 24 % de surface solaire, envoyant 2 cal. 7 ; la quantité de chaleur a encore un peu baissé jusqu'à 2 h. 23 ; elle n'était plus que de 2 cal. 45 ; elle se relevait de nouveau à 3 cal. 7 à 2 h. 34. La surface solaire était de 43 %.

Le rayonnement solaire a été réduit à 22 % de sa valeur primitive au moment du minimum de surface éclairante ; à ce moment, elle était les 24 % de la surface solaire.

Les variations de la température ont été observées, pendant l'éclipse, à Montcherand, par M. Moreillon et, au Champ-de-l'Air, par M. Valet ; les résultats sont les suivants :

Heures	Montcherand	Lausanne	Hygromètre
12.—	14°6		
12.30	15°0		
1.—	15°8		
1.30	15°3	15°6	55 %
2.—	14°4	14°8	58 »
2.30	13°2	14°2	62 »
3.—	13°4	14°4	62 »
3.30	14°8	14°8	58 »
4.—	14°2		
4.30	14°4		

Séance du 1er novembre.

F.-A. Forel. La floraison des bambous. — B. Galli-Valerio. Recherches sur la rage.

M. F.-A. Forel décrit *la floraison de trois espèces de bambous*, étudiées dans la Suisse occidentale.

1° *Phyllostachys puberula* (Mig) Munro = *Ph. Henonis* Fr. Mitf. Cette plante, introduite chez nous au moins depuis 1875, fleurit pour la première fois. Une centaine de touffes en sont connues dans le pays qui s'étend entre Genève, Neuchâtel, Berne et Bex ; toutes ont fleuri dans l'été de 1905. Une colonie, provenant de Morges, a également fleuri à Niedentzwyl (St-Gall).

Pour une touffe au moins, observée à Morges, il y a déjà eu une première floraison en 1904.

La même espèce a fleuri, cette année, en Angleterre, en Ecosse, en France, en Belgique, en Allemagne. Elle a fleuri au Japon en 1899-1900.

2° *Arundinaria Simoni*. Canien. Nous en connaissons six touffes qui ont fleuri dans la Suisse occidentale en 1904 et 1905, peut-être même avant. Après la floraison, la plante aérienne, très en souffrance, est presque sèche et végète à peine ; elle porte cependant encore quelques fleurs. Les rejets de l'année se couvrent de fleurs sitôt hors de terre. Les graines ont été petites et ont donné dès semis prospères.

Cette plante fleurit en Angleterre, en France, en Italie, en Allemagne, en Belgique depuis 1902 peut-être, depuis 1903 certainement. La floraison dure donc plusieurs années.

Cette espèce avait fleuri en 1876-1877 ; la période de floraison est donc de 26 à 28 ans.

3° *Arundinaria falcata*, Nees, cultivée en pots et hivernée en serres à fleurs, à Morges, en 1905. Nous avons également des nouvelles de sa floraison en Italie, en France et en Angleterre.

M. Galli-Valerio communique les résultats de ses recherches sur *la rage à virus fixe et à virus des rues chez Mus ratus*, *Mus decumanus*, *Mus musculus* et *Mus sylvaticus*. Il présente une planchette spéciale qu'il a inventée pour la fixation des rats et des souris, en vue des inoculations intra-cérébrales avec le virus rabique.

Séance du 15 novembre.

Nicollier et P. Dutoit. Sur la variation de conductibilité de certaines solutions. — C. Dusserre. Le rendement et la composition du foin de prairie.

M. Nicollier rend compte des observations qu'il a faites avec M. le professeur P. Dutoit sur *la variation de conductibilité* des solutions d'iodures et de bromures alcalins de différents dissolvants organiques, sous l'influence de la lumière.

Celle-ci provoque une diminution de la conductibilité d'autant plus intense que la solution est plus diluée. Placées dans l'obscurité, ces solutions reprennent, mais beaucoup plus lentement, leur conductibilité primitive. Les variations de conductibilité sont fonction :

1° de la nature du dissolvant ;
2° de la nature du sel dissous ;
3° de l'intensité de la source lumineuse ;
4° du pouvoir actinique de la source lumineuse.

M. C. Dusserre expose les résultat d'essais, faits par l'établissement fédéral de chimie agricole, à Lausanne, *sur le rendement et la composition du foin de prairie, fauché à différentes époques*, soit à dix jours d'intervalle, du 20 mai au 28 juin 1904.

Il résulte des pesages effectués que le rendement maximum, en matière sèche du fourrage, a été obtenu le 2 juin, au début de la floraison des graminées. A mesure qu'avance la maturité du fourrage, la proportion de matière azotée (protéine), de matière grasse et d'acide phosphorique diminue, tandis que celle du ligneux (cellulose) augmente. Les poids de protéine, de matière grasse, d'acide phosphorique, récoltés sur la surface d'un hectare, par exemple, sont donc au maximum au début de la floraison des graminées, qui forment la majeure partie de la flore de la prairie ; ils diminuent, peu à peu, pour ne représenter, à la maturité complète du foin, que la moitié de ces poids maxima. Les substances nutritives du four-

rage se sont concentrées dans les graines, qui sont tombées à terre ou ont émigré dans les racines des plantes vivaces, pour y constituer une réserve.

Séance du 6 décembre.

J. Perriraz. Sphères attractives dans le sac embryonnaire. — Cauderay. Courants électriques vagabonds. — A. Borgeaud. Bacilles acido-résistants et tuberculose.

J. Perriraz. *Origine des sphères directrices dans les cellules du sac embryonnaire.* Les sphères directrices ont donné lieu à de multiples controverses ; c'est pour essayer de jeter un peu de clarté sur la question de leur origine dans les cellules du sac embryonnaire que j'ai entrepris cette étude.

Les plantes examinées ont été : Allium ursinum. Iris germanica. Narcissus radiiflorus. Galanthus nivalis. Leucoyum vernum. Genre Tulipa.

Comme l'emploi des réactifs a une très grande importance, j'en ai cherché de nouveaux, dont voici la composition :

I Solution Ag NO_3 à 5 %.
II Solution Ag NO_3 2 % 1 partie
alcool absolu 1 p.
III Solution Ag NO_3 2 % 1 p.
acide osmique 1 % 1 p.
IV Solution Ag NO_3 1 % 35 cm.^{3}
acide osmique 1 % 4 cm.^{3}
acide picrique saturé dans HO_2 25 cm.^{3}
alcool absolu 25 cm.^{3}

Les réactifs III et IV m'ont donné, tout spécialement, de bons résultats, la contraction du protoplasme est nulle, les éléments cellulaires sont dans leur position et, de plus, la tinction se fait très énergiquement, ce qui permet l'emploi de solutions colorantes très diluées.

La dimension et la forme du fuseau varient beaucoup dans les cellules de la même assise et pour des pièces

prises sur une même plante. Cela ne doit pas provenir exclusivement de la forme de la cellule, ni de la quantité de matière chromatique ou achromatique. On doit bien, plutôt, attribuer la chose 1° à la résultante des pressions en jeu au moment de la mitose ; 2° aux facteurs tels que : position de la fleur sur la tige, exposition générale de la plante, température moyenne au moment de la division, teneur du sol en matières organiques et inorganiques.

L'examen des cellules du sac embryonnaire des plantes précitées permet de constater qu'il reste, à l'intérieur des noyaux deux sortes de nucléoles : 1° des nucléoles vacuolaires qui disparaissent, en général, pendant la mitose pour servir de nourriture à la cellule au moment de sa plus grande dépense d'énergie ; de nucléoles pourvus de centrioles (un ou deux) qui ne possèdent jamais de vacuoles. Quand la mitose commence, ces derniers se transportent aux pôles du noyau ; la membrane subit un affaissement au fond duquel se produit une ouverture. Le nucléole composé alors d'un centriole (quelquefois deux) et d'une zône hyaline, s'engage dans ce canal et vient se placer dans une position telle qu'il servira ensuite de pôle au fuseau. Les filaments astériens de la sphère directrice prennent naissance, aux dépens du cytoplasma, dans une masse floue dont les éléments s'individualisent petit à petit. Leur origine est complétement différente de celle des filaments du fuseau proprement dit. Pendant ce temps, le noyau nucléonien s'est scindé et l'ascension commence. Les anses chromatiques glissent le long des filaments du fuseau et sont attirées par les filaments astériens. Ce qui permet de le supposer, c'est qu'à la fin de la mitose, ces filaments sont contractés dans la partie avoisinant la sphère attractive.

La division terminée, les nucléoles se reforment dans les noyaux filles par disparition de l'aster qui se dissout dans le cytoplasma.

La sphère directrice des cellules du sac embryonnaire a donc, comme origine, le nucléole qui lui fournit le centrosome et la sphère attractive, le cytoplasma donnant

naissance à l'aster. La division terminée, la sphère rentre dans les noyaux filles pour y reformer le nucléole.

M. Cauderay cite divers exemples de *courants électriques vagabonds.*

M. A. Borgeaud, vétérinaire, directeur des Abattoirs de Lausanne, traite des *Bacilles acido-résistants et de la tuberculose.* Il rappelle que la découverte des bacilles acido-résistants ou acidophiles a rendu le diagnostic microscopique de la tuberculose souvent très difficile. Certains de ces bacilles offrent les mêmes réactions microchimiques que le bacille de Koch dont, morphologiquement, ils ne peuvent être différenciés. Les cultures offrent, généralement il est vrai, des caractères spéciaux, mais certains types du bacille de la tuberculose s'en rapprochent beaucoup. Quant aux effets pathogènes, si l'on relève des différences essentielles entre les acido-résistants et le bacille de la tuberculose des mammifères, il ne faut pas oublier que la virulence du bacille de la tuberculose est soumise à des variations très grandes, ce qui a amené la célèbre controverse entre partisans de l'unité de la tuberculose et partisans de la séparation entre tuberculose humaine, bovine, aviaire et des animaux à sang froid. Les premiers, soit ceux qui n'admettent qu'une tuberculose avec des manifestations diverses, suivant les milieux sur lesquels elle évolue, sont, aujourd'hui, la majorité. Beaucoup vont plus loin encore et voient, dans les bacilles acido-résistants, la forme saprophytique du bacille de la tuberculose. On peut, en effet, parfaitement admettre que, saprophyte au début (bacille du *phleum pratense*, par exemple), le bacille de la tuberculose a acquis, par passages successifs dans le corps des mammifères, pendant des milliers d'années, des propriétés nouvelles qui le différencient de la souche primitive. M. Borgeaud apporte un appui à cette hypothèse. Il a étudié une entérite spéciale du bœuf, non encore décrite en Suisse et, du reste, encore très peu connue. Il s'agit d'une entérite hypertrophiante caractérisée par un épaississement considérable des parois de tout l'intestin. La maladie est causée par un bacille acido-

résistant, peu pathogène, qui se rencontre par milliers dans l'intestin et les ganglions lymphatiques afférents. Dans quelques rares cas, ce bacille a produit, sur les animaux d'expérience, des lésions tuberculeuses typiques (Lienaux). Il apparaît nettement que, dans cette maladie, les bacilles qui ont envahi l'organisme par la voie intestinale, devaient se trouver dans les aliments. Or, nous savons que certaines plantes, servant à l'alimentation des bovidés, portent des bacilles acido-résistants. On peut admettre que, indifférents à l'ordinaire, ces saprophytes peuvent, sous l'influence de certaines conditions encore mal connues, acquérir des propriétés pathogènes. Ils envahissent alors l'organisme et y provoquent les lésions de l'entérite, forme spéciale de la tuberculose des bovidés.

La connaissance du bacille de l'entérite apporte donc, incontestablement, un appui sérieux à l'hypothèse de la parenté entre les bacilles acido-résistants et les bacilles qu'on rencontre dans les diverses formes de la tuberculose.

Séance du 20 décembre.

Dr J. Amann. Formes spéciales du bacille de la tuberculose. — Dr S. Bieler, Fouet des Antilles. — F.-A. Forel. Œuvre astronomique de Ch. Dufour.

M. le Dr J. Amann parle de certaines *formes spéciales du bacille de la tuberculose.*

M. le Dr S. Bieler présente *un fouet* venant des Antilles et qui lui a été donné pour le Musée agricole par un de nos compatriotes, M. Tarin, domicilié à Washington.

Ce fouet est composé d'une tresse formée directement par le liber d'une tige, sans qu'on ait enlevé le bois. Ce liber est très abondant et d'une fine texture, comme on peut le voir au bas du manche du fouet.

La plante est probablement une malvacée, un *hibiscus.*

M. F.-A. Forel présente, au nom de MM. Louis Maillard, professeur et E. Ansermet, membres de la Société, empêchés d'assister à la séance, une étude sur l'*œuvre astronomique de Charles Dufour.*

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 4 janvier 1906.

B.-P.-G. Hochreutiner. La dissémination des malvacées et son importance systématique. — R. de Saussure. Classification des systèmes géométriques.

M. B.-P.-G. Hochreutiner communique à la Société quelques résultats de ses recherches sur *la famille des Malvacées.* Il parle de l'importance phylétique des organes de dissémination et démontre la légitimité des nouveaux genres créés par lui, les Briquetia et les Neobrittonia. La description du premier a déjà paru il y a quelques années et celle du second vient de paraître dans l'*Annuaire du conservatoire et jardin botaniques de Genève.*

Les considérations sur la sytématique comparée de la famille feront le sujet d'un travail devant être publié ultérieurement.

M. René de Saussure recherche quelles sont les géométries fondamentales de l'espace et, dans ce but, il recherche d'abord *quelles sont les figures qui sont complètement déterminées par leur position*, c'est-à dire les figures qui ne contiennent aucun élément mesurable. Il y en a *sept :* un point M, une droite D, un plan P : la figure composée d'un point M et d'une droite D issue de ce point ; la figure composée d'une droite D et d'un plan P passant par cette droite ; la figure composée d'un point M et d'un plan P passant par ce point ; enfin, la figure que l'auteur

appelle un *feuillet* (M D P) et qui est composée d'un point M, d'une droite D passant par M et d'un plan P passant par D.

Il y a donc, dans l'espace, *sept* géométries fondamentales que l'on obtiendra en prenant pour point de départ chacune des sept figures précédentes, c'est-à-dire en traitant chacune de ces figures comme un élément spatial primitif. Ces sept géométries se divisent en trois groupes : 1°) trois géométries à élément simple : point M, droite D ou plan P ; 2°) trois géométries à élément double : (MD), (MP) ou (DP) ; 3° une géométrie à élément triple (MDP). Cette dernière géométrie (géométrie des feuillets) est la plus générale et comprend toutes les autres comme cas particuliers [1].

Séance du 18 janvier.

A. Le Royer. Rapport présidentiel pour 1905. — R. Gautier. Sur les ombres volantes. La tempête du 6 janvier.

M. A. Le Royer, président sortant de charge, donne lecture de son *rapport sur l'année 1905*. Ce travail contient les biographies de MM. Marc Thury, Henri de Saussure et Alfred Preudhomme de Borre, membres ordinaires, A. von Kölliker, membre honoraire et Henri Hentsch, membre associé libre, décédés pendant l'année.

M. Raoul Gautier communique les observations faites par M. Henri Dufour, à Lausanne et par lui-même, à Cologny, sur les *ombres volantes* au moment du lever du soleil. Voir : 1° les indications de M. A. Forel sur la première observation de ces ombres par Charles Dufour dans l'hiver 1852 dans la note sur l'éclipse totale de soleil du 30 août 1905 ; 2° la note de MM. H. Dufour et R. Gautier dans le N° des *Archives* de février, t. XXI, p. 196.

M. Raoul Gautier communique quelques détails sur *la tempête du 6 janvier* et montre un relevé graphique de tous

[1] Voir « La géométrie des feuillets » dans les *Archives des Sc. phys. et nat.*, février 1906.

les diagrammes des instruments enregistreurs de l'Observatoire, relevé qui a été fait par M. Pidoux, astronome à l'Observatoire. Voir la note de M. R. Gautier dans les *Archives*, t. XXI, p. 249.

Séance du 1er février.

Ed. Claparède. Expériences sur le témoignage. — C.-E. Guye. Valeur du rapport de la charge à la masse de l'électron. — E. Briner. Sur les équilibres chimiques. — G.-T. Gazarian. Densités orthobares de l'acétonitrile et du propionitrile.

M. Ed. Claparède communique les résultats *d'expériences collectives sur le témoignage*, expériences qui diffèrent de celles exposées précédemment ici (séance du 7 avril 1904) en ce que les témoignages recueillis se rapportaient à des objets ou personnes que les sujets avaient eu sous les yeux, sans se douter que ces objets devraient jamais être l'occasion d'une déposition de leur part. C'est, on le voit, les circonstances habituelles du témoignage qui ont été réalisées.

1re *Expérience.* — Au cours d'une de ses leçons à l'Université, M. Claparède a distribué, à l'improviste, à ses auditeurs, des feuilles de papier blanc en les priant de répondre, sur-le-champ, par écrit, à une vingtaine de questions relatives à des objets se trouvant dans les bâtiments universitaires et tombant chaque jour dans leur champ visuel : « Existe-t-il une fenêtre sur la paroi du vestibule de l'Université faisant face à la fenêtre de la concierge ? Les colonnes du vestibule du premier étage de l'Université sont-elles rondes ou carrées ? Quelle est la couleur du plafond de l'Aula ? », etc.

Les témoignages relatifs à ces questions ont été excessivement mauvais. Pas une seule personne (sur 54) n'a fait un témoignage entièrement juste relativement aux huit questions concernant les locaux universitaires. La moyenne de la *fidélité* du témoignage s'est trouvée être de 28 0/0, chiffre très inférieur à celui trouvé dans les expériences où le sujet avait à déposer sur une image qu'il

avait préalablement examinée avec attention. L'*étendue*[1] moyenne du témoignage a été de 90 0/0. Si l'on établit ces résultats pour chaque sexe séparément, on a :

	Etendue	Fidélité
Sexe *masculin* (41 sujets)	90 0/0	29,5 0/0
» *féminin* (13 »)	90 —	22,8 —

Calculées par nationalités, ces moyennes deviennent les suivantes :

	Etendue	Fidélité
Allemands (18 sujets)	97 0/0	27,9 0/0
Slaves (15 »)	83 —	29,5 —
Latins (19 »)	93 —	32,8 —

Il était aussi intéressant de se demander quels étaient les objets qui avaient donné lieu le plus souvent à une réponse et à une réponse juste. M. Claparède propose d'appeler *testabilité* l'aptitude qu'a un objet (ou une catégorie d'objets) à donner lieu à un témoignage, et *mémorabilité*, l'aptitude d'un objet à donner lieu à un témoignage *juste*. La question n'est pas sans intérêt pratique de savoir si certaines classes d'objets ont une mémorabilité plus forte (ou moins forte) que d'autres, c'est-à-dire si les témoignages relatifs à ces objets-là méritent plus (ou moins) de confiance que ceux concernant d'autres objets.

Dans les présentes expériences, ce sont les deux questions relatives à une couleur qui ont donné la mémorabilité la plus grande (64 et 54 0/0), tandis que celles concernant des dispositions spatiales (nombre des colonnes, des fenêtres et des bustes du vestibule du premier étage) ont donné une mémorabilité moins grande (24, 19 et 17 0/0) ; la mémorabilité de la fenêtre du vestibule n'a atteint que 15 0/0 (sur 54 réponses, l'existence de cette fenêtre, de

[1] Pour la signification de ces mots, voir Claparède & Borst : Sur divers facteurs du témoignage, ces *Archives*, t. XVII, juin 1904, et Borst : Recherches sur la fidélité du témoignage (*Arch. de psychologie*, t. III, 1904).

grande dimension, a été niée 45 fois, affirmée seulement 8 fois et une seule personne a déclaré qu'elle ne se souvenait plus). Enfin, la mémorabilité de la forme des colonnes n'a été que de 11,5 0/0. La testabilité est dans un rapport inverse avec la mémorabilité. C'est ainsi que la testabilité de la fameuse fenêtre a été de 96 0/0, celle des couleurs de 87 et 76 0/0 seulement. En d'autres termes, plus un objet donne lieu à des témoignages, moins il y a de chances pour que ceux-ci soient justes.

Deuxième expérience (signalement et confrontation). — M. Claparède a fait entrer, un autre jour, dans la salle où il donnait son cours, un individu travesti et masqué. Comme le fait se passait le 13 décembre, aucun de ses auditeurs ne se douta qu'il s'agissait d'un coup monté d'avance et l'on crut que c'était un déguisé de l'Escalade qui s'était aventuré dans l'Université. Cet individu resta vingt secondes dans l'auditoire, après quoi il fut mis à la porte. Quelques jours après, les élèves du cours furent invités à venir donner le signalement du dit individu et on les pria de reconnaître le masque en question, qui avait été placé au milieu de dix autres masques (confrontation). Sur 22 déposants, 4 fois seulement le vrai masque fut reconnu ; 8 fois, on a hésité entre lui et d'autres lui ressemblant plus ou moins ; 10 fois, un masque inexact a été indiqué.

L'interrogatoire relatif au signalement dudit personnage comportait 12 questions. La fidélité moyenne des sujets se monte à 60 0/0 environ. Les personnes ayant déposé après un intervalle de cinq à six semaines ne présentent pas une fidélité moins grande que ceux ayant répondu dans le cours des premières semaines après l'incident.

M. le prof. C.-E. Guye fait une communication sur *la valeur du rapport* $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ *de la charge à la masse de l'électron.*

Les expériences qui ont permis de déterminer avec le plus de précision la valeur fondamentale $\frac{\varepsilon}{\mu}$ pour les

rayons cathodiques, reposent sur les deux relations bien connues

$$(1) \qquad \frac{1}{2}\mu v^2 = U\varepsilon \qquad (2) \quad \frac{\varepsilon}{\mu} H = \frac{v}{\rho} \qquad (2)$$

d'où l'on déduit, abstraction faite de toutes corrections relatives au dispositif expérimental

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = \frac{2\,U}{H^2\,\rho^2} \qquad (3)$$

Elles ont conduit à la valeur 1.865×10^7 donnée par Simon et généralement adoptée ; cette valeur, ramenée au cas d'un déplacement infiniment lent, devient

$$\frac{\varepsilon}{\mu^0} = 1.892 \times 10^7$$

M. Guye fait remarquer que les deux valeurs de μ qui figurent dans les expériences (1) et (2) ne sont égales que si la vitesse de l'électron est suffisamment petite. Si donc on désigne par μ' μ_2 les valeurs de μ dans (1) et (2), l'expression (3) devient

$$\frac{\varepsilon}{\mu_2} = \left[\frac{\mu_2}{\mu'}\right] \frac{2\,U}{H^2\,\rho^2}$$

dans laquelle $\frac{\mu_2}{\mu'}$ représente le facteur de correction par lequel il convient de multiplier le résultat expérimental précédent pour obtenir la valeur plus exacte de $\frac{\varepsilon}{\mu_2}$, d'où se déduit la constante $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$.

Le résultat du calcul de $\frac{\mu_2}{\mu'}$, qui sera développé ultérieurement, conduit à une correction d'environ 1 pour cent, tandis que les différences entre la valeur moyenne dans les diverses séries d'expériences de M. Simon n'est que de 1 à 4 pour mille.

La valeur $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ ainsi corrigée se rapproche davantage de

la valeur $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ déduite des expériences de Kaufmann sur les électrons du radium. La concordance est alors plus satisfaisante. C'est donc un argument de plus en faveur de l'hypothèse de l'identité des électrons en jeu dans les rayons cathodiques et les rayons de Becquerel.

M. E. Briner expose ses recherches sur quelques *équilibres hétérogènes résultant de la formation de combinaisons solides ou liquides à partir de deux gaz ;* ceux-ci ont été étudiés, jusqu'à présent, en introduisant les deux gaz dans un tube barométrique (travaux d'Isambert, Horstmann, etc.). Dans le dispositif adopté par l'auteur, le mélange gazeux, contenu dans un tube gradué, peut être isolé, à l'aide d'un robinet, puis mis en relation avec un appareil compresseur. Dans ces conditions, il est possible d'examiner l'influence de pressions croissantes sur l'équilibre et de soumettre aux vérifications de la statistique chimique les corps dont la tension de dissociation est supérieure à la pression atmosphérique. La diminution du pv. de la pression par le volume, décèlera la formation de la combinaison solide ou liquide ; l'application de la loi d'action des masses fournira la composition de la combinaison formée et sa tension de dissociation ; enfin, la relation de van't Hoff conduira à la valeur de la tonalité thermique de la réaction qui entre en jeu. Cette méthode de recherches a été utilisée pour l'étude des systèmes : acide sulfureux-ammoniaque, acide carbonique-ammoniaque, hydrogène sulfuré-ammoniaque et acide chlorhydrique-hydrogène phosphoré.

M. G. T. Gazarian communique les résultats de ses recherches sur les *densités orthobares jusqu'au point critique de l'acétonitrile et du propionitrile.*

Deux récipients, en forme de pinomètre, remplis respectivement à la moitié et au quart de leur volume total, sont chauffés simultanément dans une jaquette maintenue à températures constantes par les vapeurs d'un corps dont on connaît les points d'ébullition.

Connaissant les poids du liquide dans les récipients, les volumes totaux de ces derniers, le volume de la vapeur saturée et la densité du liquide à $t°$, on calcule les densités orthobares du liquide et de la vapeur saturée à T°, d'après les deux équations

$$P = VD + vd$$
$$P' = V'D + v'd$$

P, P', les poids du liquide, V, V', les volumes du liquide, v, v' les volumes de la vapeur saturée dans les deux récipients et D, d les densités.

D'après cette méthode, les densités orthobares de l'acétonitrile et du propionitrile ont été déterminées jusqu'à leur point critique. Les courbes construites satisfont à la règle du diamètre rectiligne. De ces expériences rapprochées de celles d'autres auteurs, on peut conclure que les deux nitriles sont polymérisés.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

HEINRICH ALT. UEBER DIE VERDAMPFUNGSWÆRME DES FLUESSIGEN SAUERSTOFFS UND FLUESSIGEN STICKSTOFFS UND DEREN AENDERUNG MIT DER TEMPERATUR (mit 4 Taf.) (*Abhandl. der K. Bayerisch. Akademie der Wiss.* II Kl. XXII Bd. III Abt., p. 529, 1905).

L'auteur s'est proposé de déterminer les chaleurs de vaporisation des deux principaux éléments de l'air liquide : l'oxygène et l'azote, et leur variation avec la température.

Le principe opératoire a été le suivant :

Un récipient renfermant le liquide est placé dans une espèce de cloche étanche dans laquelle on peut maintenir une pression déterminée. Il est suspendu à l'un des bras du fléau d'une balance entièrement logée dans la cloche et dont l'autre bras porte un plateau, sur lequel des poids peuvent être maniés du dehors. Après avoir mesuré l'évaporation *extérieure*, spontanée, du liquide, en évaluant la perte du poids qu'il subit pendant un temps donné sous une presssion et à une température connues, on échauffe le liquide en envoyant une succession de courants électriques très courts à travers une spirale conductrice placée au sein du récipient. On obtient ainsi une ébullition calme et régulière durant laquelle on peut à la fois : 1° faire une série de lectures destinées à vérifier la pression établie dans la cloche et à mesurer soit la tension, l'intensité et la durée de passage du courant de chauffe, soit les températures dans la cloche et dans le récipient; 2° peser la quantité des liquides qui s'évapore. On déduit de ces divers éléments la chaleur de vaporisation.

Les détails des opérations et la description des appareils ingénieux imaginés par M. Alt seraient trop longs à donner ici. Signalons seulement le dispositif permettant de maintenir une pression régulière dans la cloche et d'y éviter à

la fois l'accumulation des vapeurs du liquide et le dépôt d'humidité contre le récipient. Ce régulateur offre le moyen de faire bouillir le liquide sous des pressions et par conséquent à des *températures* variées. Ces températures ont été comprises :

Pour l'oxygène, entre — 183°.5 et — 205°
Pour l'azote, entre — 196°.2 et — 210°.5

Et les chaleurs de vaporisation calculées r sont :

Pour l'oxygène $r = 69.67 - 0.2080$ T.
Pour l'azote, $r = 68.85 - 0.2736$ T.

($T = t + 273.04$).

Quant à la variation avec la température, elle est donc :

Pour l'oxygène, $\frac{dr}{dT} = -0.2080$

Pour l'azote, $\frac{dr}{dT} = -0.2736$

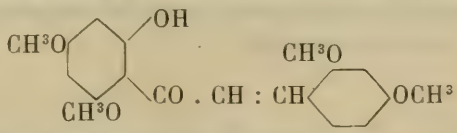
La plupart des résultats d'autres auteurs, sauf ceux de M. Behn, sont très différents de ceux de M. Alt. Ce dernier attribue ce fait à la difficulté de mesurer exactement l'*évaporation extérieure* (celle qui a lieu sans passage de courant dans la spirale de chauffe). Il indique (p. 544, loc. cit.) les précautions qu'il a prises pour la connaître le plus exactement possible. F.-L. P.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St. von Kostanecki, V. Lampe et J. Tambor. Synthèse du Morin. Communication préliminaire (*D. Ch. Ges.*, t. 39, p. 625 à 628, 24, 2, 1906, Berne).

Les auteurs ont fait, il y a deux ans déjà, une communication sur la *2'-oxy-4'-6'-2-4-tétraméthoxychalkone*



avec laquelle ils comptaient arriver à faire la synthèse du

Morin. Les expériences à faire dans ce but ont été très délicates, et quoique les auteurs ne les considèrent pas encore comme complètement terminées, ils tiennent à rendre compte dès à présent du résultat obtenu.

Ils ont transformé la Chalkone ci-dessus en *1-3-2'-4'-Tétraméthoxyflavanone* en faisant bouillir sa solution alcoolique avec l'acide chlorhydrique, mais la Chalkone est difficilement attaquée, et le rendement est par conséquent faible ; la Flavanone est en aiguilles blanches, F. 167-168°.

Elle donne par l'action du nitrite d'amyle en présence d'acide chlorhydrique un « *dérivé isonitrosé* » qui cristallise dans l'alcool en aiguilles jaune pâle, se décomposant à 199°. En faisant bouillir la solution acétique de ce dérivé avec de l'acide sulfurique à 10 %, on obtient une substance dépourvue d'azote, qui est en aiguilles blanches et se dissout dans l'acide sulfurique concentré, comme le Morin, en jaune faible avec fluorescence verte prononcée. Ce produit ne constitue cependant pas le 1-3-2'-4'-Tétraméthoxyflavonol qui aurait du se former, car au lieu de donner un sel de soude difficilement soluble, il se dissout dans la lessive de soude étendue.

Les auteurs ont pensé qu'il y avait eu dans la réaction déméthylation partielle et qu'il avait pu se former un *éther Triméthylique du Morin* $C^{15}H^{5}O^{2}(OH)_{2}(OCH^{3})_{3}$, ce que l'analyse a confirmé. Ils reviendront plus tard sur ce sujet lorsqu'ils auront plus de substance.

Le produit en question a été bouilli avec de l'acide jodhydrique concentré, et on a obtenu après purification le « *1-3-2'-4'-Tétraoxyflavonol* sous la forme d'une poudre cristalline jaune, fondant à 290°, exactement comme du Morin fourni parM. Geigy et donnant sur bandes mordancées les mêmes nnances.

Les auteurs se proposent de répéter et de compléter ces expériences dès qu'ils seront de nouveau en possession de la matière première nécessaire.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE FÉVRIER 1906

Le 3, pluie à 7 h. du matin; fort vent jusqu'à 10 h.; neige depuis 9 h. du soir.
4, neige dans la nuit et à 4 h. du soir; hauteur 1cm; forte bise pendant toute la journée.
5, violente bise pendant toute la journée.
6, très forte bise pendant l'après-midi.
7, violente bise pendant toute la journée.
8, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
9, neige dans la nuit, à 10 h. du matin, à 1 h. et à 4 h. du soir; hauteur 9cm.
11, légère chute de grésil dans la nuit; neige depuis 4 h. du soir.
12, neige dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin; hauteur 18cm; pluie à 1 h. et neige dans l'après-midi.
13, neige dans la nuit; hauteur 2cm; brouillard à 7 h. du matin.
14, quelques flocons de neige et brouillard à 10 h. du matin.
16, forte gelée blanche le matin.
17, forte gelée blanche le matin.
19, brouillard à 7 h. du matin.
21, légère chute de grésil dans la nuit; neige à 1 h. et à 3 h. du soir.
23, neige de 10 h. du matin à 4 h. du soir; hauteur 7cm; pluie à 9 h. du soir.
24, fort vent à 1 h. et pluie à 4 h. du soir; légère chute de neige de 9 h. à 10 h. du soir.
25, neige à 4 h. et pluie depuis 7 h. du soir.
26, pluie dans la nuit et jusqu'à 4 h. du soir; très fort vent le matin.
27, fort vent le matin et pluie à 7 h. et à 9 h. du soir.
28, pluie dans la nuit.

Hauteur totale de la neige : 37cm tombée en cinq jours.

GENÈVE — FÉVRIER 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h	mm.	
1	35.7	35.4	35.6	**35.20**	+ **7.75**	33.9	**36.0**	NE. 1	N 1	E. 0	N. 1	8.8	6	0	10	4	**8.7**	....	....
2	34.0	32.2	30.1	32.70	+ 5.29	28.0	35.0	E. 0	SW. 0	SSW. 1	var.	5.7	10	10	10	9	2.8	0·2	1
3	23.3	20.2	13.1	20.40	- 6.96	13.0	28.2	SSW. 2	SSW. 1	S. 1	SSW. 1	11.7	10	10	10	10	0.6	0.5	1
4	17.9	17.6	18.5	17.42	- 9.89	14.0	18.6	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	16.1	2	5	5	4	6.4	0.2	....
5	18.6	19.9	22.7	20.04	- 7.22	18.2	23.1	NNE. 3	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 3	**31.3**	7	3	10	7	6.7	....	....
6	25.2	26.1	25.7	25.35	- 1.86	23.5	26.1	NE. 1	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 2	16.7	10	10	10	10	....	....	....
7	26.1	27.6	29.3	27.27	+ 0.11	25.9	29.3	NNE. 3	NNE. 3	NNE. 4	NNE. 3	26.2	10	10	5	8	....	....	....
8	28.4	28.9	25.7	27.93	+ 0.82	23.5	29.6	NNE. 2	NNE. 2	SSW. 2	NNE. 2	19.9	10	2	2	5	1.4	1.7	3.
9	18.8	19.4	23.0	19.94	- 7.11	18.4	24.0	SSW. 1	NNE. 1	S. 1	var.	5.6	9	10	10	9	0.7	0.7	1.
10	25.4	22.9	18.6	22.78	- 4.22	18.1	25.4	SE. 1	SW. 0	S. 1	var.	2.6	0	3	10	5	7.1	....	....
11	13.4	12.6	12.4	13.27	-13.67	**11.5**	16.5	S. 0	NW. 1	S. 1	calme	1.1	10	10	10	10	....	11.2	**16.**
12	12.2	12.3	14.9	**12.95**	**-13.93**	12.1	15.0	S. 0	S. 0	S. 1	calme	1.1	10	10	10	10	....	1.3	5.
13	15.3	15.6	17.0	15.64	-11.18	14.6	17.1	S. 0	S. 0	S. 0	var.	2.0	10	10	10	10	....	....	....
14	18.6	20.1	23.1	20.03	- 6.73	17.5	23.5	S. 0	N. 1	S. 0	N. 1	2.5	10	10	10	10	....	....	....
15	24.0	23.4	25.0	23.92	- 2.78	23.0	25.0	SSW. 1	N. 1	S. 1	calme	1.3	5	2	1	3	6.5	....	....
16	26.7	26.0	26.8	26.29	- 0.35	25.3	27.1	S. 1	N. 1	S. 1	calme	0.9	1	1	0	1	6 0	....	....
17	27.2	26.3	25.9	26.49	- 0.09	25.5	27.2	S. 0	S. 0	SE. 0	calme	0.5	8	10	3	9	....	....	....
18	26.8	27.1	27.7	27.03	+ 0.51	26.2	27.7	S. 0	SW. 1	S. 0	calme	1.2	10	2	10	7	6.5	....	....
19	27.3	27.0	27.2	27.19	+ 0.73	26.1	28.3	S. 0	WSW 1	SW. 1	calme	1.3	10	1	10	8	6.3	0.1	....
20	29.6	30.9	31.6	30.37	+ 3.98	28.3	31.7	N. 1	N. 1	SE. 1	var.	3.6	10	6	10	7	4.3	....	....
21	31.6	31.1	30.5	31.15	+ 4.82	30.3	31.6	SE. 1	W. 1	SE. 0	var.	2.3	4	10	0	6	4.5	....	....
22	29.8	29.0	26.4	28.78	+ 2.51	24.9	31.0	S. 0	NNE. 1	NE. 1	var.	3.1	10	1	0	4	6.3	....	....
23	20.6	18.2	17.6	19.56	- 6.64	17.4	25.2	S. 0	ENE. 1	N. 1	Calme	0.7	10	10	10	10	....	4.9	7
24	17.6	18.6	24.1	19.64	- 6.50	17.2	25.6	S. 0	SSW 2	N. 1	var.	3.7	9	4	10	9	1.9	0.2	....
25	27.3	26.0	25.1	26.05	- 0.03	24.8	27.3	S. 0	SW. 1	SSW. 2	SSW. 1	5 2	10	10	10	10	....	**20.3**	12
26	24.8	25.0	23.9	24.70	- 1.31	23.7	25.4	SSW. 2	SSW. 2	S. 0	SSW. 1	11.9	10	10	10	10	....	3.9	4
27	18.5	17.0	17.9	18.26	- 7.69	15.6	23.0	SW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	11.5	7	10	10	9	2.6	14.0	5
28	19.1	21.0	25.2	21.27	- 4.62	18.4	26.3	SSW. 1	SSW. 1	SW. 1	SSW. 1	3.2	9	8	10	8	2.8	....	....
Mois	23.70	23.48	23.75	23.63	- 3.21							7.32	8.1	6.7	7.7	7.6	85.1	68.2	55

GENÈVE — FÉVRIER 1906

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	- 1.0	+ 1.9	0.0	+ 0.64	+ 0.19	- 1.2	+ 3.3	88	66	79	79	- 5	60	95	4.2	- 0.6	1455
2	- 0.2	6.7	+ 2.9	2.24	+ 1.73	- 1.0	6.9	89	60	80	77	- 7	55	91	4.0	- 0.8	1425
3	+ 2.8	3.6	+ 1.6	2.69	+ 2.11	+ 0.6	4.8	86	74	84	81	- 3	60	98	4.0	- 0.8	1435
4	- 0.7	+ 1.9	- 0.2	+ 0.78	+ 0.13	- 1.6	+ 2.8	92	76	81	85	+ 1	70	98	....	.....	1525
5	- 2.0	- 1.2	- 2.6	- 1.71	- 2.43	- 2.8	0.0	92	78	87	86	+ 2	70	95	3.7	- 1.1	1500
6	- 3.2	- 1.0	- 0.8	- 1.68	- 2.48	- 3.5	- 0.4	91	78	83	84	0	70	96	3.4	- 1.4	1410
7	- 0.6	+ 0.1	- 0.4	- 0.47	- 1.34	- 1.3	+ 0.5	85	78	73	78	- 6	62	91	2.9	- 1.9	1445
8	- 2.0	- 0.4	- 2.0	- 1.24	- 2.19	- 2.4	0.8	92	73	86	84	+ 1	69	94	3.4	- 1.4	1435
9	- 1.8	- 1.2	- 3.2	- 1.95	- 2.98	- 3.7	0.2	96	96	91	91	+ 8	75	98	4.0	- 0.9	1380
10	- 9.6	+ 1.1	- 3.2	- 4.31	- 5.42	-10.1	2.0	100	59	82	83	0	54	100	3.5	- 1.4	1330
11	- 3.8	0.2	- 1.2	- 2.11	- 3.31	- 4.5	1.2	91	69	96	87	+ 4	65	99	....	.....	1365
12	- 1.0	2.0	- 0.6	- 0.02	- 1.30	- 1.3	3.5	96	85	92	**93**	+10	82	97	3.6	- 1.3	1350
13	- 0.8	1.9	0.0	+ 0.25	- 1.12	- 1.5	3.0	92	89	92	89	+ 7	80	95	3.8	- 1.1	1345
14	- 1.4	2.4	+ 0.5	+ 0.41	- 1.05	- 1.7	3.2	92	72	86	84	+ 2	69	94	4.0	- 1.0	1335
15	- 6.0	+ 1.5	- 4.6	- 2.30	- 3.85	- 6.2	3.5	95	72	86	85	+ 3	71	93	3.9	- 1.1	1340
16	-11.0	- 1.0	- 6.0	**- 5.89**	**- 7.53**	**-11.0**	0.4	100	78	95	91	+ 9	73	100	4.0	- 1.0	1335
17	-10.0	+ 1.0	- 0.4	- 4.07	- 5.81	**-11.0**	2.8	92	72	85	89	+ 7	70	96	3.7	- 1.3	1290
18	- 1.6	8.6	+ 2.8	+ 2.17	+ 0.34	- 2.1	9.7	92	37	83	67	-14	**35**	95	....	.....	1255
19	+ 1.6	10.2	3.4	4.63	+ 2.70	+ 1.5	11.2	79	44	83	68	-13	40	89	4.0	- 1.1	1295
20	+ 3.8	5.0	+ 2.6	+ 3.66	+ 1.63	+ 1.8	7.0	80	51	70	**66**	**-15**	45	85	4.2	- 0.9	1260
21	- 4.0	2.0	- 1.4	- 0.43	- 2.56	- 4.8	5.0	91	67	92	78	- 3	65	95	4.3	- 0.8	1255
22	- 3.0	+ 0.9	- 1.8	- 1.21	- 3.44	- 3.3	5.0	92	68	92	84	+ 3	64	96	4.1	- 1.1	1245
23	- 4.0	- 1.2	+ 0.2	- 2.40	- 4.73	- 5.2	1.6	95	92	85	91	**+11**	75	98	4.0	- 1.2	1220
24	+ 0.1	+ 7.8	1.4	+ 2.24	- 0.20	- 0.1	8.2	96	53	75	81	+ 1	50	97	4.3	- 0.9	1230
25	- 1.4	4.0	4.9	1.25	- 1.29	- 2.5	6.0	96	65	78	83	+ 3	61	99	...	.....	1215
26	+ 7.0	9.8	8.6	7.69	+ **5.04**	+ 4.0	12.0	88	73	74	83	+ 3	70	93	5.0	- 0.3	1235
27	7.4	10.4	4.7	**7.74**	+ 4.98	3.0	**13.2**	67	57	71	71	- 8	55	92	4.6	- 0.7	1265
28	+ 3.0	+ 7.4	+ 2.2	+ 4.50	+ 1.63	+ 1.8	+ 9.7	80	46	89	76	- 3	42	95	4.5	- 0.9	1310
Mois	- 1.55	+ 3.01	+ 0.27	+ 0.40	- 1.20	- 0.20	+ 4.54	90	69	84	82	0			3.96	- 1.00	1293

MOYENNES DE GENÈVE. — FÉVRIER 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	25.06	25.19	25.34	25.59	25.02	24.32	24.39	24.31	24.90
2e »	21.93	21.87	22.11	22.46	22.13	22.04	22.78	23.22	22.32
3e »	24.56	23.94	23.65	23.65	23.25	22.87	23.44	24.04	23.68
Mois	23.80	23.63	23.70	23.92	23.48	23.09	23.54	23.84	23.63

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	— 0.68	— 1.22	— 1.83	— 0.78	+ 1.15	+ 0.77	— 0.47	— 0.96	— 0.50
2e »	— 2.27	— 2.73	— 3.02	— 0.42	+ 3.18	+ 2.67	+ 0.72	— 0.75	— 0.33
3e »	+ 1.67	+ 0.55	+ 0.64	+ 3.34	+ 5.14	+ 3.97	+ 1.95	+ 1.99	+ 2.42
Mois	— 0.57	— 1.25	— 1.55	+ 0.56	+ 3.01	+ 2.36	+ 0.65	— 0.04	+ 0.40

Fraction de saturation en %.

1re décade	87	89	91	80	74	74	82	84	83
2e »	87	88	91	82	67	74	82	85	82
3e »	84	88	88	78	65	79	81	85	81
Mois	86	88	90	80	69	75	81	84	82

Dans ce mois l'air a été calme 273 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{91}{65} = 1.40$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 24°.4 W.
Son intensité est égale à 12.7 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

Pression atmosphérique.....		mm 723.64
Nébulosité		7.5
Température	$\frac{7+1+9}{3}$..	+ 0°.58
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+ 0°.50
Fraction de saturation.....		81 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

Press. atmosphér..	(1836-1875).	mm 726.84
Nébulosité..	(1847-1875).	6.7
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	36mm.5
Nombre de jours de pluie.	(id.).	8
Température moyenne...	(id.).	+ 1°.60
Fraction de saturat.	(1849-1875).	82 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	119.3	94.4	88.3	80.8	88.5	71.5	68.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	65.8	68.2	66.9	50.8	58.9	81.6

Durée totale de l'insolation à Jussy : 85h.3.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE FÉVRIER 1906

Le 2, brouillard le matin et le soir.
les 3 et 4, neige et forte bise.
le 5. très fort vent le soir.
9, violente bise pendant tout le jour, brouillard et neige.
10, brouillard et forte bise.
11, fort vent et neige.
12. très fort vent, brouillard et neige.
13, neige.
14, brouillard et neige.
20, brouillard, neige et forte bise.
21, brouillard et forte bise.
23, très fort vent.
24, brouillard et neige.
les 25, 26 et 27, neige.
le 28, brouillard et neige.

GRAND SAINT-BERNARD — FÉVRIER 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	65.6	66.5	67.1	**66.4**	+ **6.0**	65.3	**67.2**	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
2	65.2	64.6	61.4	63.7	+ 3.3	61.0	66.2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	7	10	9	....	....
3	57.1	52.3	49.3	52.9	- 7.5	49.1	58.5	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	27.4	28
4	49.1	49.4	50.0	49.5	- 10.8	49.0	50.3	NE. 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	5	10	8	1.4	2
5	49.8	51.6	55.0	52.1	- 8.2	49.5	56.2	NE. 1	NE. 2	SW. 3	NE. 1	2	0	10	4	....	....
6	58.0	58.3	57.0	57.8	- 2.5	56.8	58.2	SW. 3	SW. 1	NE. 2	SW. 2	10	5	2	6	....	....
7	56.0	57.1	58.6	57.2	- 3.1	55.8	59.0	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	7	10	1	6	....	....
8	59.1	59.2	57.0	58.4	- 1.8	53.0	59.3	NE. 2	NE. 3	NE. 2	NE. 2	0	0	3	1	....	....
9	49.2	48.8	51.2	49.7	- 10.5	48.5	51.4	NE. 4	NE. 4	NE. 4	NE. 4	10	10	10	10	14.2	14
10	53.6	53.8	53.8	53.7	- 6.4	53.5	54.1	NE. 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	4	5	6	....	....
11	51.2	50.3	49.4	50.3	- 9.8	49.0	52.5	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	4.7	5
12	48.6	48.8	49.2	**48.9**	- **11.2**	**48.2**	49.4	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	10	10	10	10	6.6	8
13	49.7	50.4	51.1	50.4	- 9.6	49.5	51.5	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	4	8	5	6	1.5	2
14	50.8	57.5	55.0	54.4	- 5.6	50.3	57.6	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	5.5	6
15	55.4	55.6	56.8	55.9	- 0.1	55.1	57.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
16	57.9	58.4	59.9	58.7	- 1.3	57.5	60.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
17	60.7	61.1	61.1	60.9	+ 1.0	60.4	61.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	7	8	5	....	....
18	61.6	62.3	63.0	62.3	+ 2.4	61.3	63.2	SW. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 1	4	1	0	2	....	....
19	62.3	62.4	62.5	62.4	+ 2.5	62.1	62.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	0	4	2	....	....
20	62.1	62.3	61.7	62.0	+ 2.2	61.0	62.4	NE. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	5	10	10	8	4.8	5
21	60.4	60.4	59.8	60.2	+ 0.4	59.3	60.5	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	5	10	8	....	....
22	58.8	59.6	59.0	59.1	- 0.7	58.5	59.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
23	55.2	53.4	52.7	53.8	- 6.0	52.6	56.3	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	6	10	6	9	....	....
24	52.3	53.4	55.8	53.8	- 6.0	52.0	56.4	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	8.5	10
25	58.3	60.2	61.9	60.1	+ 0.4	58.0	62.1	NE. 3	NE. 2	SW. 1	NE. 2	4	8	10	7	**15.0**	**52**
26	61.5	61.1	62.1	61.6	+ 1.9	61.0	62.2	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	10	10	2	7	9.5	11
27	59.2	56.8	54.3	56.8	- 2.9	54.0	61.0	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	23.4	27
28	52.9	54.5	56.8	54.7	- 5.0	52.4	57.0	SW. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	6.4	8
Mois	56.48	56.79	56.87	56.71	- 3.53							6.2	6.1	6.2	6.2	158.9	178

GRAND SAINT-BERNARD — FÉVRIER 1906

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	-11.4	- 5.6	- 7.6	- 8.2	+ 0.9	-13.5	- 5.3	42	23	23	29	19	55
2	- 7.0	- 5.2	- 9.8	- 7.3	+ 1.8	-10.2	- 5.1	90	92	90	91	75	95
3	-11.2	- 9.4	-13.2	-11.3	- 2.2	-15.0	- 9.3	90	90	67	82	62	94
4	-15.6	-15.0	-16.8	-15.8	- 6.8	-18.0	-14.9	82	84	84	83	75	90
5	-19.6	-14.0	-12.8	-15.5	- 6.5	-21.0	-12.5	82	38	65	62	33	85
6	-12.2	-10.2	-11.8	-11.4	- 2.4	-14.0	-10.0	86	80	72	79	68	90
7	-13.0	-13.4	-15.2	-13.9	- 4.9	-16.2	-11.8	82	84	85	84	80	88
8	-12.7	- 9.9	-11.6	-11.4	- 2.4	-17.0	- 9.7	40	40	42	41	30	85
9	-14.6	-16.2	-19.4	**-16.7**	**- 7.7**	-20.5	-12.0	85	86	85	85	40	89
10	-20.4	-15.1	-10.4	-15.3	- 6.3	**-21.8**	-10.2	84	54	68	69	50	88
11	-14.0	-13.6	-15.6	-14.4	- 5.5	-17.0	-11.0	72	67	84	74	65	89
12	-15.0	-14.7	-14.0	-14.6	- 5.7	-16.8	-13.8	85	87	86	86	80	90
13	-11.4	- 9.6	-12.2	-11.1	- 2.2	-15.0	- 9.4	88	90	82	87	79	93
14	-14.2	-11.7	-14.2	-13.4	- 4.6	-16.0	-11.5	88	89	90	89	85	93
15	-15.6	-11.4	-14.4	-13.8	- 5.0	-16.8	-11.2	85	60	63	69	55	88
16	-15.2	- 9.0	-12.6	-12.3	- 3.5	-16.8	- 8.8	27	18	48	31	17	50
17	-11.6	- 4.0	- 6.8	- 7.5	+ 1.3	-15.0	- 3.9	26	25	34	**28**	**16**	48
18	- 7.0	- 3.6	- 6.6	- 5.7	+ 3.0	- 8.2	- 1.6	44	44	55	48	40	85
19	- 7.4	- 1.4	- 7.4	- 5.4	+ 3.3	- 8.2	- 1.2	85	62	82	76	58	90
20	- 8.9	- 9.6	-13.4	-10.6	- 2.0	-14.0	- 8.0	85	99	95	93	80	100
21	-15.2	-12.4	-15.4	-14.3	- 5.7	-16.2	-12.2	92	93	88	91	81	99
22	-17.6	-13.0	-12.2	-14.3	- 5.7	-19.0	-12.0	92	63	30	62	23	95
23	-15.2	-13.6	-11.8	-13.5	- 5.0	-16.0	-11.6	64	90	90	81	58	94
24	-10.8	- 8.2	-10.6	- 9.9	- 1.4	-12.8	- 8.1	92	95	95	94	88	97
25	-13.8	- 6.0	- 5.2	- 8.3	+ 0.1	-16.0	- 5.0	94	72	95	87	68	98
26	- 4.0	0.0	- 4.5	**- 2.8**	**+ 5.6**	- 6.0	**+ 1.7**	95	77	82	85	70	97
27	- 8.3	- 7.0	- 8.0	- 7.8	+ 0.5	- 8.8	- 4.3	96	95	98	**96**	85	100
28	- 9.6	- 6.4	-11.8	- 9.3	- 1.0	-13.0	- 6.0	92	89	90	90	83	96
Mois	-12.59	- 9.61	-11.62	-11.28	- 2.67	-14.96	- 8.52	77	71	74	74		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	56.27	56.16	56.04	56.15	76	67	68	70
2e »	56.03	56.91	56.97	56.62	68	64	72	68
3e »	57.32	57.42	57.80	57.51	90	84	84	86
Mois	56.48	56.79	56.87	56.71	77	71	74	74

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 13.77	— 11.40	— 12.86	— 12.68	— 12.72
2e »	— 12.03	— 8.86	— 11.72	— 10.88	— 11.08
3e »	— 11.81	— 8.32	— 9.94	— 10.02	— 10.01
Mois	— 12.59	— 9.61	— 11.62	— 11.28	— 11.36

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{107}{44} = 2.43$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 75.0 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	52.3	46.9	73.6	158.9
Neige en centimètres....	42cm	51cm	81cm	178cm

LA

CONDUCTIBILITÉ DE L'AIR

DANS LES

LOCAUX HABITÉS

PAR

Henri DUFOUR

Dans le journal anglais *Nature*[1], M. Ashworth signale un certain nombre de faits qui d'après lui prouvent que l'air expiré par l'homme a des propriétes conductrices spéciales, et qu'il se comporte par conséquent comme s'il était plus riche en ions que l'air de l'atmosphère libre.

M. Ashworth appuie cette opinion sur les faits suivants : 1° L'étincelle électrique d'une machine de Whimshurst a une longueur différente dans l'air dans lequel on a respiré et dans l'air pur ; 2° un cylindre électrisé communiquant avec un électroscope se décharge plus rapidement dans l'air d'un local habité que dans l'air libre ; 3° l'isolation des appareils électriques, et en particulier des électroscopes, est mauvaise dans les salles occupées par un grand nombre de personnes et insuffisament ventilées.

[1] *Nature*, 1904. N° 70, p. 454.

MM. Elster et Geitel, indiquent ces observations de M. Ashworth dans un article de la *Physikalische Zeitschrift*[1] et décrivent les expériences qu'ils ont faites pour vérifier si l'air expiré par les poumons présente des propriétés conductrices spéciales ; le résultat de leurs recherches est qu'un électroscope placé sous une cloche dans laquelle on introduit une certaine quantité d'air expiré des poumons, ne se décharge ni plus vite ni plus lentement que dans l'air ordinaire ; ils en concluent que cet air n'a pas une ionisation supérieure à celle de l'air libre et que les résultats des recherches de M. Ashworth doivent être entachés d'une cause d'erreur inconnue.

MM. Elster et Geitel font, à cette occasion, des expériences intéressantes sur l'air expiré par une personne, M. Giesel, qui travaillait plusieurs heures par jour avec des matières radioactives ; ils constatent que dix huit heures après avoir quitté son laboratoire M. Giesel exhale encore des poumons de l'air radioactif, dont les propriétés sont celles appartenant à l'émanation X de M. Rutherford.

Ainsi l'organisme humain peut s'imprégner de substances radioactives qui se dégagent lentement et graduellement par les produits d'excrétion du corps, soit par les voies respiratoires, soit par les sécrétions rénales.

Malgré le résultat négatif des expériences de MM. Elster et Geitel sur la conductibilité de l'air expiré on peut se demander si les phénomènes observés par M. Ashworth ne sont pas dus à un accroissement de conducti-

[1] *Physik. Zeitsch.*, 1904. N° 22, p. 729.

bilité de l'air, que nous appeleront pour abréger *habité*, c'est-à-dire de l'air dans lequel vivent des hommes.

En 1902 déjà nous avons fait quelques expériences sur la décharge d'un électroscope dans la salle des cours de l'Institut de physique de l'Université de Lausanne avant et après les leçons, et nous avons toujours constaté une différence. Nous avons repris systématiquement ces expériences depuis le mois de mars 1904 en les variant, les résultats obtenus peuvent avoir quelque intérêt, c'est ce qui nous engage a les résumer ici.

Les observations de la déperdition de l'électricité par l'air ont été faites avec deux appareils : 1° avec l'appareil à aspiration de M. H. Ebert, construit par Günther et Tegetmeyer et étalonné par eux [1] ; 2° avec l'appareil classique de MM. Elster et Geitel, électroscope d'Exner à isolement d'ambre, cylindre isolé et enveloppe concentrique de métal avec couvercle protégeant le cylindre isolé contre les influences extérieures [2].

Pour mesurer la déperdition de l'air on observait, suivant l'usage, la chute de potentiel, des feuilles d'aluminium pendant 15 minutes, et on prenait comme mesure de la déperdition la chute de potentiel observée entre la cinquième et la quinzième minute, soit pendant dix minutes. Le coefficient de déperdition est donné par la relation $\frac{dV}{V}$, expression dans laquelle dV est la chute du potentiel pendant *une* minute au moment ou le potentiel est V ; ce coefficient étant très petit on le multiplie par 100 ; les chiffres indiqués dans les expériences suivantes sont donc $100 \frac{dV}{V}$ conformément

[1] *Physik. Zeitschrift*, II. 1901. N° 46, p. 662.
[2] *Ibid.*, I. 1899. N° 1 et 2, p. 11, et IV, 1902. N° 4, p. 137

aux indications de M. Rieke [1], les électromètres sont étalonnés en volts. Les observations ont été faites d'abord en 1904 et 1905 dans l'auditoire de physique dont le volume est de 400 m³ et dans lequel les leçons sont suivies, par 50 à 140 auditeurs suivant la nature du cours. Il y a souvent 2 h. parfois 3 h. de leçons de suite ; un ventilateur placé dans la partie supérieure de la salle introduit l'air d'un grand corridor contigu à l'auditoire ; lorsqu'il y a beaucoup d'étudiants et deux heures de cours de suite, le ventilateur fonctionne.

Voici quelques-uns des résultats obtenus.

25 nov. 1904. — Electromètre à aspiration, électricité négative, coefficient de déperdition avant la leçon $\alpha = 0,20$; après 3 heures de cours dont une heure avec ventilation $\alpha_1 = 0.58$, rapport $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 2.9$.

28 novembre 1904. — Mêmes appareils ; avant le cours $\alpha = 0.19$; après deux heures avec forte ventilation $\alpha_1 = 0.19$ — A 4.15, après deux heures sans ventilation $\alpha_1 = 0.72$; variation $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 3.8$.

1er décembre. — Avant le cours $\alpha = 0.15$; après le cours sans ventilation $\alpha_1 = 0.94$, rapport $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 6.2$.

31 octobre. — Avant le cours, 60 élèves, $\alpha = 0.31$; après les deux heures de cours $\alpha_1 = 0.83$ rapport $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 2.7$; dans l'air extérieur $\alpha' = 0.43$.

1er novembre. — Avant un cours de 130 élèves $\alpha = 0.43$, après une heure de cours ventilée $\alpha = 0.52$, rapport $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.2$. La machine Whimshurst donne avant

[1] *Münchner Sitzungsberichte.* M. Ph. Kl. 1903. Heft II.

la leçon des étincelles de 4,8 c. à 4,9 cm.; après la leçon les étincelles sont de 2,6 cm.; la machine a été transportée dans une autre pièce inhabitée pendant l'heure des cours.

On pourrait multiplier ces résultats tous concordants; le coefficient de déperdition α_1 après les leçons est toujours supérieur au coefficient α avant que l'auditoire soit habité quelque soit le signe de la charge électrique. Le rapport $\frac{\alpha_1}{\alpha}$ a varié de 1.2 à 6.2; la moyenne de neuf séries d'observation donne 2.87.

Les résultats de ces expériences sont confirmés par ceux obtenus dans des chambres à coucher, dans lesquelles on a déterminé le coefficient de conductibilité le soir après l'aération de la journée pendant laquelle la chambre est inhabitée et le matin avant que les fenêtres aient été ouvertes.

Les observations ont été faites dans deux chambres l'une que nous appelerons la *grande* a un volume de 74 m³, elle est occupée la nuit par deux personnes, l'autre la petite a 47 m³ est occupée la nuit par un jeune homme. Ces chambres font partie d'un appartement situé au rez de chaussée d'une villa isolée au milieu d'un jardin, la maison la plus rapprochée est à 12 mètres.

La grande chambre a deux murs extérieurs, la petite un mur extérieur; elles sont toutes deux éclairées par des lampes à incandescence, chauffées par des radiateurs à eau chaude et pourvues de fenêtres doubles fermées la nuit.

Il n'y a donc dans ces pièces aucune combustion par appareil d'éclairage ou de chauffage; les parquets sont

en chêne, enfin la maison de construction récente est habitée depuis dix huit mois.

Voici les résultats des observations faites avec l'appareil original de MM. Elster et Geitel, sans aspiration.

Grande chambre, fenêtres au midi, électricité négative.

soir $\alpha = 0.96$ matin $\alpha_1 = 2.09$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 2.2$

soir $\alpha = 0.74$ matin $\alpha_1 = 1.60$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 2.16$

soir $\alpha = 1.26$ matin $\alpha_1 = 1.67$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.33$

Le jour de cette dernière observation, il soufflait une très forte bise qui frappait contre le plus grand des murs extérieurs de la chambre.

Chambre à une personne, fenêtre au nord.

soir $\alpha = 1.05$ matin $\alpha_1 = 1.46$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.39$

soir $\alpha = 0.90$ matin $\alpha_1 = 1.23$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.36$

Les observations suivantes ont été faites avec les deux électricités.

Electricité positive. — Grande chambre.

soir $\alpha = 0.96$ matin $\alpha_1 = 1.90$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 2.0$

Petite chambre.

soir $\alpha = 0.83$ matin $\alpha_1 = 1.19$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.43$

Electricité négative. — Grande chambre.

soir $\alpha = 1.09$ matin $\alpha_1 = 1.80$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.83$

Petite chambre.

soir $\alpha = 0.90$ matin $\alpha_1 = 1.23$ $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 1.36$

On voit que le rapport de l'accroissement de conductibilité du soir au matin est en moyenne 1.90 dans la grande chambre, et seulement 1.39 dans la petite, le volume d'air de celle-ci est en effet plus grand pour une personne que celui de la grande pour deux, l'air est donc moins vicié dans la première que dans la seconde. On constate en outre que le rapport du coefficient de déperdition est un peu plus fort dans les deux pièces pour l'électricité positive que pour la négative, mais la différence est faible.

Il nous semble donc bien établi que les produits divers de la respiration pulmonaire et cutannée, toutes les émanations gazeuses qui se dégagent du corps humain ont un effet sensible sur la déperdition de l'électricité d'un corps isolé. Les expériences de contrôle faites dans la petite chambre inhabitée pendant quelques jours ont montré, qu'il n'y a pas de variation sensible du coefficient de déperdition α entre le soir et le matin quand la chambre n'est pas habitée.

RECHERCHES RELATIVES

A LA DÉCOMPOSITION

DES

OXALATES ALCALINO-TERREUX

PAR LES

SOLUTIONS ACQUEUSES DES SULFATES ALCALINS

PAR

H. CANTONI

Depuis plusieurs années, nous étudions, dans nos laboratoires de chimie analytique, l'action de certains sels solubles dans l'eau sur d'autres réputés insolubles. L'étude de ces doubles décompositions présente non seulement de l'intérêt au point de vue purement analytique, mais encore elle offre l'avantage de fournir une foule de chiffres pour la connaissance approfondie des réactions réversibles et pour l'application des formules théoriques des équilibres chimiques.

C'est à l'instigation de M. le prof. Louis Duparc, qu'en collaboration avec M. G. Goguelia[1] nous avons déterminé l'action du chlorure d'ammonium sur le carbonate

[1] *Bull. Soc. chim.* Paris (1904) [3] t. 31 p. 282.

de baryum ; que M. A. Corcelle[1] a étudié en 1904, l'action des sulfates alcalins sur le phosphate tribarytique ; qu'en 1905, avec M. G. Goguelia[2] nous avons publié un travail sur l'action des chlorures alcalins fixes sur le carbonate de baryum ; que M. Taponier[3], tout récemment a présenté un mémoire sur l'action des bromures alcalins sur le carbonate de baryum ; que tout dernièrement en collaboration avec M. Passamanicks[4] nous avons fait des recherches sur l'action des chlorures alcalins sur les carbonates de zinc et de cadmium ; enfin nous avons entrepris, d'une façon systématique, l'étude de l'action de divers sels solubles sur les oxalates métalliques insolubles dans l'eau.

Qu'il nous soit permis de présenter ici à M. le Prof. Louis Duparc l'expression de toute notre reconnaissance pour les conseils qu'il nous a donnés durant ces recherches.

Nous ne donnons dans le présent travail que l'action des sulfates alcalins sur les oxalates alcalino-terreux, à la température ordinaire. L'étude de l'action d'autres sels métalliques sur les oxalates calcique, strontianique et barytique, fera l'objet d'une prochaine note.

La connaissance des doubles décompositions est d'une haute importance et de toute utilité pour l'étude approfondie de l'analyse chimique. Il est indispensable de connaître d'une façon précise l'action des sels en solution sur certains précipités. Ce n'est qu'en considérant les résultats obtenus en étudiant des doubles décompo-

[1] Thèse. Genève (1904).
[2] *Bull. Soc. chim.* Paris (1905) [3] t. 33 p. 13.
[3] Thèse. Genève (1905).
[4] *Annales de chimie analytique.* Juillet 1905.

sitions, que l'on peut constituer des méthodes exactes pour le dosage des corps. En effet, la plupart des résultats analytiques que nous possédons ont été déterminés d'une façon insuffisante ; on examine en général si le précipité obtenu est insoluble dans l'eau ou si tout au plus il n'est pas en partie soluble dans l'excès du réactif employé, mais on ne vérifie pas, si en le laissant séjourner un certain temps dans le liquide au sein duquel il a pris naissance, il ne subit aucune décomposition. Le précipité, c'est-à-dire le corps considéré comme insoluble dans les conditions mêmes où il a été obtenu, peut très bien, lorsque celles-ci se modifient (variation de température, de concentration, etc.) subir, au bout d'un temps plus ou moins long, des variations de solubilité.

Le but de nos recherches a donc été de déterminer la façon dont se comportent les précipités (en occurence les oxalates alcalino-terreux) lorsqu'on fait varier les conditions dans lesquelles ils se trouvent.

L'études des phénomènes relatifs aux doubles décompositions, fait l'objet de nombreux mémoires ; toutefois la plupart d'entre eux ne s'attachent qu'au point de vue purement théorique, il en est très peu qui examinent la question dans un but analytique ou dans celui de comparer la façon dont se comportent les corps d'une même série lors de ces doubles décompositions.

Après que C. Berthollet [1] eut étudié théoriquement l'action chimique de la masse en développant une théorie de l'affinité en sens contraire de celle de Bergmann, Malaguti [2] fut le premier qui entreprit des recherches

[1] Recherches sur les lois de l'affinité. Paris.
[2] *Ann. de chim. et phys.* (1857) [3] 37 p. 198.

sur les décompositions réciproques des solutions salines en appliquant les théories émises par C. Berthollet. Avant Malaguti, Dulong[1] et Rose avaient déjà travaillé sur les doubles décompositions salines et avaient constaté que la présence de certains sels, ceux qui se forment au sein de la réaction, gêne souvent la décomposition. En 1853, Bunsen[2] montra expérimentalement l'influence de la masse sur le système hydrogène, oxyde de carbone et oxygène. (E. Von Meyer, A. Horstmann et K. Botsch continuèrent ces travaux et étudièrent le partage de l'oxygène entre deux gaz combustibles.) A la même époque et toujours pour démontrer la grande influence de la masse sur les réactions, Chizinski[3] et H. Debus[4] étudièrent, le premier, le partage de l'acide phosphorique entre la chaux et la magnésie en présence d'eau, le second, le partage des dissolutions acqueuses de l'anhydrique carbonique sur la chaux et la baryte. Plus tard, en 1862, Berthelot et Pean de Saint-Gilles[5] démontrèrent que la masse a une influence sur les réactions réversibles du système alcool et acide (Etherification.) Khitchinsky, en 1866, étudia la distribution des radicaux des acides dans le cas où un métal est mis en présence de plusieurs acides.

En 1867, il parut un mémoire intitulé « Etudes sur les affinités chimiques » publié par Guldberg et Waage[6]. Dans ce travail les auteurs ont étudié d'une façon sys-

[1] *Ann. de chim. et phys.*

[2] *Lieb. Ann.* (1853) t. 85. 137.

[3] *Lieb. Ann.* (1866) 4 sup. 226.

[4] *Lieb. Ann.* (1853) 85. 103.

[5] *Ann. de chim. et phys.* (1862) [3] *65*, 385. *66* p. 5.

[6] Etudes sur les affinités chimiques. Programme de l'Université de Christiana (1867).

tématique, l'action des sels solubles sur d'autres insolubles en présence d'eau et ont ajouté l'action qu'exercent sur la permutation, le temps, la concentration, la température et la « force de l'affinité ». Les résulats obtenus par ces savants les ont amenés à élaborer une théorie, qui a servi à étudier et à résoudre nombreux problèmes.

Les résultats obtenus par Menschutkin [1] en étudiant l'influence qu'exerce la composition des alcools et des acides sur la limite et la vitesse de la réaction confirment ceux obtenus par Berthelot et Péan de Saint-Gilles. Une foule de mémoires sont publiés sur la neutralisation des acides par les bases.

Les travaux de Gustavson faits en 1871-1872 mirent en évidence le rapport existant entre la grandeur de l'affinité des métaux pour les halogènes et la vitesse de la réaction.

De nombreuses polémiques se sont engagées pour l'acceptation de nouveaux termes, comme « avidité », « affinité relative », etc. (Thompsen, Berthelot, Oswald) Les recherches de Muire faites en 1876 comportent l'étude de la précipitation du carbonate de calcium par le mélange des solutions $Ca_2 Cl_2$ et de $Na_2 Co_2$ ou $K_2 Co_2$.

En 1879, J. Morris [2] étudia la réaction des carbonates alcalins sur le chromate de baryum et celle des chromates alcalins sur le carbonate barytique. Il est arrivé à des constations analogues à celles contenues dans le mémoire de Guldberg et Waage [3].

[1] *Lieb. Ann.* (1869) 195. 334 — *197*. 193.
[2] James Morris, *Lieb. Ann.* (1882) *213* 253.
[3] Guldberg et Waage loc. cit.

Le travail de Walson Smith[1] est celui qui se rapproche le plus des recherches qui font l'objet de ce mémoire. L'auteur a étudié l'action réciproque des oxalates et des carbonates alcalino-terreux et de ceux de sodium.

Il est utile d'indiquer les recherches de Pétrieff faites en 1885. L'auteur a montré que la solution de nitrate d'argent abandonne une partie d'oxyde d'argent sous l'influence de l'oxyde de plomb et que le nitrate de plomb laisse précipiter de l'oxyde qu'il contient en présence d'oxyde d'argent. En 1888, Spring a démontré que même à l'état solide, les sels échangent leurs métaux lorsque le contact est intime et suffisamment prolongé. Enfin A. Reynoso[2] a étudié l'action de plusieurs sels solubles sur l'oxalate de calcium et il est arrivé aux conclusions suivantes : Les solutions de chlorures alcalins, même à l'ébullition, sont sans action sur l'oxalate de calcium. Par contre, l'oxalate de calcium, bouilli avec les solutions des sels cuivriques, argentiques, plombiques, cadmiques, zinciques, nickelliques, cobaltiques, strontiques ou barytiques, éprouve une double décomposition.

D'après Souchay et Lenssen[3] le chlorure de magnésium attaque légèrement et déjà à froid, l'oxalate de calcium. A chaud, les sels solubles de magnésium le décomposent passablement, en donnant l'oxalate de magnésie et un sel soluble de calcium.

Seuls les travaux de A. Reynoso, Souchay et Lenssen

[1] W. Smith, *Chem. New.* t. XXXV p. 272, — t. XXXVI, p. 30. — *Bull. Soc. chim. Paris 30.* p. 682.

[2] A. Reynoso. *C. R.* t. XXIX p. 527.

[3] Souchay et Lenssen. *Ann. der Chem. u. Pharm.* t. XCIX p. 31 — t. C. p. 305 — t. CII p. 35 — t. CIII p. 308 — t. CV. p. 245.

ont purement comme but, l'étude des propriétés des oxalates alcalino-terreux. L'action des chlorures alcalins sur l'oxalate de calcium est d'une importance primordiale dans l'analyse chimique. L'auteur laisse de côté toutes considérations théoriques sur les doubles décomposition et n'envisage le résultat obtenu qu'au point de vue purement pratique.

Afin d'être complet nous citerons encore les mémoires de Thomsen[1], Oswald[2], M. Regnault[3], H. Sainte-Claire Deville[4], J. Van t' Hoff[5], Naumann[6], Ditte[7]. Berthelot[8].

Préparation des sels

Sel de calcium. — Avant de faire subir au sel de calcium une purification, nous avons fait quelques essais, afin de nous rendre compte de la meilleure méthode à appliquer dans le cas particulier.

Nous avons d'abord essayé la purification des sels de calcium par le chromate d'ammonium. Cette méthode due à Frésenius, consiste à éliminer le baryum et en partie le strontium, à l'état de chromate. L'élimination du baryum est en effet quantitative, mais celle du strontium n'est que partielle, car le chromate de strontium est passablement soluble. Il faut éviter d'ajouter, lors

[1] Thomsen. *Pogg. Ann.* (1869) *90*, p. 138; *138*, 65; *140*, 505.
[2] Oswald. *Pogg. Ann. 8* (1876) 154 *J. für prakt. Chem.* 1877.
[3] M. Regnault. *Ann. de chim. et phys.* tome 62.
[4] H. Sainte-Claire Deville. *C. R.* (1870). *Ann. 157* (1870) 76.
[5] J. Van t' Hoff. *Ber. d. d. chem. Ges. 10* (1877) 669.
[6] Naumann. Thermochimie 1882.
[7] Ditte. *Ann. chim. et phys.* [5] *14*, p. 190.
[8] Berthelot. *Ann. chim. et phys.* [5] t. *4*, p. 64 et 198.
Berthelot. *Ann. chim. et phys.* [7] t. *25*, p. 145.

de la précipitation par le chromate d'ammonium, de l'acide acétique, car ce dernier dissout le chromate de strontium. Il est en outre utile de chauffer jusqu'à environ 70° avant de filtrer. A la liqueur filtrée on ajoute du carbonate d'ammonium, on lave par décaution et une fois le précipité complètement débarrassé, soit du chromate mis en excès, soit des autres sels d'ammonium, on le redissout dans l'acide chlorhydrique dilué pour obtenir du chlorure de calcium.

Si l'on veut alors complètement éliminer du sel de calcium les traces de strontium, il faut après avoir bien lavé le précipité de carbonate de calcium, débarrassé du chromate alcalin, le redissoudre dans de l'acide nitrique en évitant d'en ajouter un excès. La dissolution claire est évaporée à sec et reprise plusieurs fois par l'alcool absolu. On filtre ensuite sur un filtre sec. La liqueur alcoolique contient le sel de calcium suffisamment pur.

Le chromate d'ammonium que l'on a employé a été préparé de la façon suivante : après avoir fait cristalliser du bichromate de potasse pour le purifier, on l'a dissout dans très peu d'eau ; on a ensuite additionné à cette solution concentrée du chlorure de baryum pur. Le chromate de baryum obtenu, après l'avoir laissé déposer un certain temps, a été lavé par décautation jusqu'à ce qu'une goutte du liquide filtré ne donne plus de trouble avec une solution de nitrate d'argent.

Le précipité a ensuite été traité par l'acide sulfurique convenablement dilué, mais de telle façon que la quantité d'acide sulfurique employée ne soit pas suffisante pour décomposer tout le chromate de baryum. On a ainsi obtenu du sulfate de baryum et de l'acide chromi-

que, tandis qu'il reste mélangé au sulfate barytique un peu de chromate de baryum.

La solution filtrée contient l'acide chromique pur et pas traces d'acide sulfurique. Il a suffit de neutraliser cette solution par l'ammoniaque pour obtenir le chromate d'ammonium.

La méthode à l'acide sulfurique, d'une manipulation facile, nous a donné d'assez bons résultats.

L'acide sulfurique dilué a produit dans la solution du sel de calcium un léger trouble composé de sulfate de baryum, de sulfate de strontium et d'un peu de sulfate de calcuim. Après avoir laissé déposer le précipité pendant douze heures, on a filtré par décantation sans laver le précipité, afin d'éviter la solubilisation des sulfates, surtout celui de strontium. La liqueur filtrée ne contient plus que du calcium.

La troisième méthode est celle à l'alcool. Il a fallu d'abord transformer le chlorure de calcium en nitrate, en le chauffant au bain-marie avec de l'acide nitrique de densité 1,2.

Le nitrate de calcium obtenu, une fois bien sec, a été traité dans un ballon fermé par une soupape de Bunsen, par un mélange à parties égales d'alcool et d'éther. Après avoir bien remué le tout, on a filtré sur un petit filtre sec. Le résidu insoluble n'a pas été repris par l'alcool. La solution alcoolique contient le nitrate de calcium débarrassé des sels de baryum et de strontium qu'il pouvait contenir.

Comme on peut facilement le constater, c'est ce dernier procédé qui est de beaucoup le plus simple ; en outre, les résultats obtenus sont assez bons. C'est d'après ce procédé que nous avons purifié notre sel de

calcium qui a servi à préparer l'oxalate employé dans nos recherches. Il est certain que la méthode qui aurait procuré les meilleurs résultats aurait été sans aucun doute celle au chromate d'ammonium combinée avec celle à l'alcool, mais, dans le cas particulier, cette dernière méthode seule suffit à fournir un sel de calcium passablement pur.

Sel de strontium. — On a d'abord essayé la méthode à l'alcool, en traitant directement dans un ballon muni d'une soupape de Bunsen, le chlorure de strontium sec par ce dissolvant. Le résidu n'a pas été repris. La liqueur alcoolique qui contient le sel de strontium, débarrassé des traces de baryum, a été évaporée à sec, puis reprise plusieurs fois par l'acide nitrique. On a ainsi obtenu du nitrate de strontium que l'on a traité par un mélange d'alcool et d'éther. Le résidu insoluble contenait le sel strontianique suffisamment pur.

Ce procédé ne procure pas de bons résultats, car le chlorure de baryum n'est pas complètement insoluble dans l'alcool. On a alors opéré comme suit : La solution d'acétate de baryum, que l'on obtient en précipitant le chlorure par le carbonate d'ammonium et en redissolvant le carbonate obtenu et bien lavé dans l'acide acétique, est additionnée d'une solution de chromate d'ammonium. Le chromate de baryum précipité a été éliminé par simple filtration. La liqueur filtrée, une fois rendue ammoniacale, a été précipitée par du carbonate d'ammonium. Le carbonate précipité bien lavé, fut redissout dans l'acide nitrique, puis une fois cette dissolution évaporée à sec, elle fut traitée par un mélange de parties égales d'alcool et d'éther pour éliminer les der-

nières impuretés. Le résidu, dissous dans l'eau, a fourni une solution passablement pure d'un sel de strontium.

Sel de baryum. — Le chlorure de baryum a d'abord été purifié par cristallisation, puis débarrassé des traces de calcium, de strontium et d'acide hyposulfureux par le procédé suivant : Le sel de baryum sec, introduit dans un ballon sec, muni d'une soupape de Bunsen, a été traité par l'alcool. Après l'avoir repris plusieurs fois par ce dissolvant, on a obtenu du chlorure de baryum pur. Il est préférable d'opérer cette purification d'après les indications de Richards[1]. On précipite une solution saturée de chlorure de baryum par l'alcool. En effet, le chlorure de baryum que l'on obtient est parfaitement pur.

Acide oxalique. — L'acide oxalique a été purifié d'après la méthode de Maumené[2], qui consiste à faire cristalliser plusieurs fois une solution de 10 à 20 pour cent. Les premiers cristaux déposés ont été séparés des eaux-mères, puis redissous et recristallisés. En répétant plusieurs fois cette opération et en ayant soin d'agiter constamment la solution, afin d'éviter la formation de gros cristaux, qui retiennent généralement de l'eau-mère, on a obtenu de l'acide oxalique à un état de pureté avancé. Il est indispensable, pour la purification de l'acide oxalique, d'obtenir ce que l'on appelle des cristallisations troublées. L'oxalate d'ammonium a ensuite éét obtenu par neutralisation.

Comme ces différents sels ci-dessus énumérés servent à préparer d'autres sels insolubles, ces derniers ne

[1] Richards. *Z. anorg. Chem.* (1894) t. 6, page 95.
[2] Maumené. *C. R.*, t. LV, p. 14.

peuvent être par conséquent purifiés par plusieurs cristallisations successives, il est nécessaire de purifier ces premiers sels dans les limites du possible.

Les sulfates de potassium, de sodium et d'ammonium ont été purifiés par simple cristallisation.

Sulfate de potassium. — Une solution claire, contenant environ deux cents grammes de sulfate de potasse par litre, a été portée à l'ébullition; on a continuellement remué la solution pendant la cristallisation, afin d'obtenir de très petits cristaux.

Sulfate de sodium. — Après avoir ajouté le quart de son poids d'eau, on le chauffe à une température voisine de l'ébullition. On laisse refroidir en remuant continuellement pour obtenir une cristallisation troublée. On verse par décantation les eaux-mères, on jette quelques gouttes d'eau froide sur les cristaux, on décante encore, et après avoir répété plusieurs fois cette opération, on a obtenu du sulfate de soude à peu près pur.

Sulfate d'ammonium. — Il a été purifié par simple cristallisation. Les cristaux se forment plus difficilement que dans les deux autres cas.

Oxalate de calcium. — Suivant le procédé que l'on a employé pour préparer ce sel, l'on peut obtenir un sel ayant un nombre de molécules d'eau de cristallisation très variable. Ainsi, en opérant à froid et avec des solutions très étendues, on obtient généralement le mélange de deux sels, l'un cristallisant avec une molécule d'eau, l'autre avec trois.

On peut encore obtenir un sel avec deux molécules en versant une solution de chlorure de calcium dans

une solution d'oxalate de potasse et en séchant les cristaux à l'air[1].

Si l'on mélange une solution bouillante de chlorure de calcium avec de l'oxalate d'ammonium, l'on obtient un sel avec une seule molécule d'eau de cristallisation. Nous avons préparé notre sel en suivant ce dernier procédé. Le précipité obtenu, qui se présentait sous l'aspect d'une poudre blanche cristalline, a été introduit daus un haut cylindre afin de pouvoir le laver très facilement par décantation. On a continué le lavage jusqu'à ce qu'une goutte du liquide surnageant le précipité ne troublât plus une solution nitrique de nitrate d'argent.

Oxalate de strontium. — Comme dans le cas précédent, l'on peut obtenir un sel avec une ou trois molécules d'eau, suivant le procédé employé.

En opérant à chaud et en suivant les indications données à la préparation du sel de calcium, on a obtenu l'oxalate de strontium sous forme d'une poudre blanche, avec une molécule d'eau de cristallisation.

Oxalate de baryum. — De même que dans les deux autres cas, on peut obtenir un oxalate ayant un nombre variable de molécules d'eau de cristallisation. En préparant ce sel d'après le procédé déjà indiqué, on obtient un oxalate de baryum ayant une demi-molécule d'eau de cristallisation.

L'oxalate de baryum étant passablement soluble dans l'eau, on a dû en préparer une grande quantité, car pendant le lavage une assez forte partie passe en solution. Il est préférable de le laver en le filtrant à la trompe. *(A suivre.)*

[1] D'après Schmidt. D'après Thompson et Graham.

LA
RÉCUPÉRATION DES CHUTES D'EAU

PAR

Alph. BERNOUD.

(Avec les planches VI, VII et VIII.)

Il semble paradoxal d'affirmer que la chute d'une rivière puisse être augmentée. Profil, pente et configuration du lit déterminent entre deux points, une différence de niveau qu'il est impossible de faire varier, puisqu'on ne peut pas modifier les conditions géologiques.

Jusqu'à présent, l'ingénieur s'est borné à concentrer au moyen d'un barrage, la pente répartie sur plusieurs kilomètres ; seuls des travaux d'art puissants et onéreux permettent d'extraire d'une chute l'énergie qui s'y trouve emmagasinée,

La question n'est cependant pas insoluble et nous avons l'intention de développer ici les expériences et les mesures exécutées à la demande de M. Marc Saugey, chef de service de l'Usine de Chèvres sur le Rhône, pour étudier quantitativement un procédé au moyen duquel on pourrait dans certaines conditions augmenter la chute d'un cours d'eau ; procédé que

M. Saugey propose d'appliquer à l'installation des turbines.

Les mesures dont il s'agit viennent d'être relevées sur deux cours d'eau du canton de Genève : à Chèvres sur le Rhône où la chute varie de 5 m. 50 à 8 mètres, et à l'Usine de Vessy sur l'Arve avec une chute de 1 m. 60 à 2 m. 40.

Pour bien comprendre le phénomène qui sert de base à ce nouveau procédé, il importe de se rappeler ce qui se passe lorsqu'une rivière coulant en vitesse vient frapper un obstacle, tel que pieu ou pile de pont ; l'eau séparée en deux veines, s'écoule de part et d'autre de l'obstacle et le niveau intermédiaire est abaissé par rapport au niveau de la rivière. Cette dépression augmente avec la vitesse de la rivière, et devient très forte lorsque les veines d'eau jaillissent des vannes d'une écluse ou d'un barrage sous une pression de quelques mètres. Le niveau intermédiaire est déprimé par l'aspiration latérale des veines.

Les jets parallèles creusent entre eux deux, une poche dont la profondeur reste constante. Cette poche ne se comble pas quand on y verse de l'eau ; la succion permanente des jets latéraux la vide à mesure et maintient la dépression relative.

On comprend donc que la différence de niveau entre l'amont et l'aval d'une chute de barrage peut être augmentée de toute la profondeur de la poche creusée par des jets sortant de deux vannes voisines. La chute naturelle est ainsi accrue artificiellement d'une quantité qui dans certaines conditions atteint le 30 %. C'est pourquoi il est de toute importance de connaître exactement les conditions du phénomène afin de l'appliquer à l'ins-

tallation des turbines, puisque chaque décimètre supplémentaire de chute se traduit par une augmentation de chevaux.

Si l'on veut bien examiner la Planche VI, représentant le plan de l'usine de Chèvres, on saisira dans quelles circonstances ces phénomènes ont été étudiés.

Le barrage qui coupe le Rhône en travers, est muni de 6 vannes de fond du type Stoney, La vanne 4 représente la turbine fictive ; c'est par cette vanne que coule la quantité d'eau correspondant à une turbine. Les vannes 3 et 5 sont utilisées comme éjecteurs ; ce sont les puissants jets issus de ces deux vannes qui entretiennent constamment la dénivellation en aval de la vanne 4 ; le niveau de sortie de la turbine est ainsi maintenu constamment plus bas que le niveau général d'aval.

Trois limnimètres placés aux points A, B, C permettent de mesurer les niveaux et d'obtenir les cotes nécessaires aux calculs.

Le limnimètre A fournit la cote de l'amont. Le limnimètre C donne le niveau naturel de l'aval, il n'y a point de pente du barrage à l'extrémité de l'Usine. C'est au point B, à la sortie de la turbine 4 que se trouve le limnimètre qui indique l'aval artificiel, soit le niveau de la poche provoquée par les éjecteurs 3 et 5.

L'expérience consiste à comparer la chute artificielle de A en B à la chute naturelle de A en C et ceci en faisant varier la puissance des deux éjecteurs afin de connaître les relations entre leur débit et la profondeur de la dénivellation ; la turbine 4 est supposée en activité.

Le jaugeage, tant des éjecteurs que de la turbine a été obtenu par la formule

$$Q = 0{,}67 . S . \sqrt{2\ gh}$$

S est la surface d'ouverture de vanne et h la différence de niveau de l'amont à l'aval. On a choisi 0,67 comme coefficient de contraction. Sans convenir complètement, cette formule donne des résultats relativement justes ; nous donnons cependant toutes les mesures afin que les personnes ayant une autre formule à leur disposition, puissent l'appliquer, à moins qu'elles n'aient besoin d'autres données.

Pour jauger le débit de la turbine 4, on a usé d'une vanne auxiliaire que montre la Pl. VI ; cette vanne brisait la chute et laissait écouler l'eau sans vitesse à la sortie de la turbine fictive, de façon à réaliser complètement les conditions techniques d'établissement des turbines où la sortie s'opère en eau morte.

Dans le tableau ci-contre, nous donnons les mesures relevées le 18 juin 1905. Durant toute l'expérience, la turbine 4 a débité 15 m³ à la seconde :

Les colonnes 1 et 2 donnent l'ouverture des vannes des éjecteurs ; on voit que cette ouverture a varié de 0 m. 50 à 4 m. 20 ; c'est dans la colonne 13 que se trouve le débit de chaque éjecteur, de 32 mc. à 277 mc. à la seconde. Les colonnes 3, 4 et 5 fournissent les trois niveaux A, B, C rapportés aux cotes du bureau hydrométrique fédéral. Les chutes naturelles et artificielles sont inscrites dans les deux colonnes suivantes. La huitième colonne indique les augmentations de chute, qui dans la colonne suivante sont transformées en pourcentage de la chute naturelle. Enfin les colon-

Essais au Barrage de l'Usine de Chèvres le 18 juin 1905

Calcul de la dénivellation produite par deux demi éjecteurs

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ouverture des Vannes		Limnimètres Amont	Aval naturel	Aval artificiel	Chute naturelle	Chute artificielle	Gain en 0/0	Puissance en HP suivant chutes naturelle	Puissance en HP suivant chutes artificielle	Gain en HP	Débit d. deux 1/2 éjecteurs vannes 3 et 5 en m³ p. s.
3	5	A	B	C	h	h'		D × h	D × h'		
0,50	0,50	368,84	363,98	362,90	4,86	5,94	22,2	729	891	162	33
					(diff. :	1,08)					
0,70	0,70	8,85	3,92	2,73	4,93	6,12	24,1	739	918	179	46
					(diff. :	1,19)					
0,90	0,90	8,78	3,91	2,70	4,87	6,08	24,8	730	912	182	59
					(diff. :	1,21)					
1,10	1,10	8,72	3,93	2,70	4,79	6,02	25,6	718	903	185	71
					(diff. :	1,23)					
1,30	1,30	8,70	3,98	2,68	4,62	6,02	27,5	708	903	195	84
					(diff. :	1,30)					
1,70	1,70	8,72	4,03	2,70	4,69	6,02	28,3	703	903	200	109
					(diff. :	1,33)					
2,10	2,10	8,78	4,02	2,51	4,76	6,27	31,7	714	940	226	135
					(diff. :	1,51)					
2,30	2,30	8,80	4,02	2,52	4,78	6,28	31,3	717	942	225	149
					(diff. :	1,50)					
2,50	2,50	8,77	3,99	2,56	4,78	6,21	30	717	931	214	162
					(diff. :	1,43)					
2,70	2,70	8,78	3,98	2,60	4,80	6,18	28,7	720	927	207	176
					(diff. :	1,38)					
3,—	3,—	8,68	3,98	2,72	4,70	5,96	26,8	705	894	189	193
					(diff. :	1,26)					
3,50	3,50	8,72	4,02	2,77	4,70	5,95	26,6	705	892	187	225
					(diff. :	1,25)					
3,80	3,80	8,71	4,07	2,87	4,64	5,84	25,8	696	876	180	243
					(diff. :	1,20)					
4,20	4,20	8,86	3,90	3,02	4,96	5,84	17,9	744	876	132	277
					(diff. :	0,88)					

nes 10 et 11 donnent les puissances naturelle et artificielle en chevaux sur l'arbre de la turbine, et la colonne 12 le gain net en chevaux. C'est sous la forme de puissance en chevaux que nous discuterons dorénavant les résultats obtenus. Les mesures sont plus compréhensibles sous la forme graphique que représente la Pl. VII.

En abscisse, on a porté le débit des éjecteurs, tandis qu'en ordonnées on lit les trois cotes des niveaux amont, aval naturel et artificiel. Sur une même verticale la distance du niveau amont à l'aval naturel fournit la chute naturelle et celle-ci, augmentée de la distance de l'aval naturel a l'aval artificiel donne la chute artificielle.

C'est pour un débit d'éjecteur de 110 à 150 m.^{3} à la seconde, que le rendement a été le meilleur ; en particulier nous voyons que lors de la huitième mesure, une turbine livrant 942 chevaux dans des conditions ordinaires verrait sa puissance augmenter de 225 chevaux si on l'installe entre les deux éjecteurs.

On remarquera que nous ne comptons que le débit d'un seul éjecteur alors que la turbine en nécessite deux ; ceci est parfaitement légitime puisque chaque éjecteur peut travailler sur ses deux faces latérales. En réalité une turbine est placée entre deux demi-éjecteurs.

C'est ici qu'il y a lieu de prévenir une grave objection. En effet on pourrait faire remarquer que si l'eau que débitent les éjecteurs passait par des turbines, leur production en chevaux serait bien supérieure à la majoration de puissance de la turbine unique placée entre deux éjecteurs.

L'objection se justifie pour une rivière à débit constant, aussi ce système d'installation ne convient-il qu'à des rivières dont le débit varie soit de l'hiver à l'été comme c'est le cas pour des cours d'eau glaciaires, soit lorsque des orages, des pluies persistantes provoquent des crues subites. Au moment des hautes eaux, il est possible d'utiliser le volume inutile pour nourrir les éjecteurs.

En général, une usine hydraulique est construite en prévision du débit d'étiage ; lorsque les crues se présentent, la chute diminue et le rendement de l'usine tombe souvent très bas. Il faut alors utiliser des unités de renfort, des usines à vapeur auxillaires ou laisser chômer toutes les industries qui utilisent la force motrice fluviale. C'est à ce moment, dans cette abondance d'eau et cette pénurie de puissance, que l'ingénieur-hydraulicien employera les éjecteurs qui récupéreront la chute perdue, et s'appuyant sur la difficulté pour la vaincre, il équilibrera le rendement de son usine.

L'usine hydraulique nouvelle, dite *usine barrage*, devra être établie en travers de la rivière et chaque turbine ou groupe de turbines alternera avec une vanne de décharge servant en même temps d'éjecteur.

A l'étiage, toutes les vannes de décharge sont fermées, la rivière entière passe par les turbines, fournissant ainsi le maximum de puissance. A mesure que grossit le fleuve, on ouvre les vannes, les éjecteurs s'amorcent et tout en laissant écouler le trop plein, ils abaissent par leur aspiration les niveaux de sortie des turbines intermédiaires ; unis aux régulateurs ils restituent à l'usine sa puissance primitive. Qu'une crue violente se présente, les vannes laissant écouler le fleuve à bouche bée, interviennent automatiquement on peut dire dans la récupération de la force perdue ; non grillées, elles laissent échapper tous les matériaux de colmatage qui encombreraient les grilles et causent actuellement une élévation des frais d'entretien.

Cette action d'un jet puissant sur la nappe voisine a été remarquée par beaucoup d'hydrauliciens ; en fouil-

lant les archives de la technique, on note plus d'une observation relative à ces phénomènes, mais les applications en sont plutôt rares.

Dans une brochure publiée en 1797, Venturi énonce la proposition suivante : « On peut par le moyen d'une chute d'eau, obtenir sans machines l'écoulement des eaux d'un terrein, quoique ce terrein reste plus bas que le courant établi du canal inférieur à la chute ». Cet auteur dit également qu'il a pu assainir un marais en y faisant pénétrer un violent courant d'eau, dont l'aspiration a vidé le marécage.

Déjà avant lui, Domenico Guillielmini a noté dans son livre : *della natura de Fiumi* l'abaissement de niveau d'une nappe tranquille par rapport à un courant voisin.

Et si l'on voulait remonter encore plus haut dans l'obscurité de l'histoire des sciences, c'est dans les manuscrits de Léonard de Vinci que l'on trouverait plus d'un dessin de remous et de dépression. Qui sait même si le législateur romain ne se doutait pas du frottement des veines liquides, lorsqu'il interdisait aux particuliers, l'adaptation d'un tuyau à l'orifice percé dans le réservoir public.

Les « Aqueducs » de Frontin contiennent un exemple du fait.

Mais bornons-nous aux travaux de Venturi. Nous y trouvons une étude expérimentale de ce que ce savant a appelé : *la communication latérale du mouvement des fluides*. Bien que l'opuscule traite plutôt de la veine contractée et de l'écoulement des liquides par les ajutages, il s'y trouve quelques remarques de circonstance à propos du courant des rivières. Ainsi Venturi avance que : « Les tournans d'eau dans les rivières

sont l'effet du mouvement communiqué des parties du courant qui sont plus rapides aux parties latérales plus tranquilles » et plus loin il explique que le frottement de l'eau le long des rives mouillées n'est pas la seule cause du ralentissement du cours, mais que les tourbillons, les dépressions à chaque coude, à chaque obstacle, absorbent de la force vive et ceci constitue la cause principale du ralentissement.

C'est en effet ce que nous avons remarqué dans les expériences de Chèvres. Alors que les vannes d'éjecteurs étaient grandes ouvertes, mais sans récupération, la vitesse du courant à une centaine de mètres en aval du barrage atteignait sensiblement le double de ce qu'elle était si nous ouvrions la vanne turbine, obligeant ainsi les éjecteurs à travailler et à consommer de leur force vive. En face des dimensions de l'expérience, il a été complètement impossible de mesurer la vitesse du courant du Rhône. Cependant nous avons été frappés du fait que cette communication latérale des mouvements ne se produisait pas avec continuité. Pour un débit constant de la turbine fictive, la profondeur de la dénivellation croit d'abord proportionnellement au débit de l'éjecteur ; à partir d'un certain point la profondeur de la poche n'augmente plus, il semble que l'éjecteur se répande latéralement au lieu d'aspirer. Si l'on pousse le débit d'éjecteur, il reprend de sa vigueur et épuise à nouveau la nappe voisine. L'action de l'éjecteur passe donc par un point mort ou peut-être par une succession de points morts dont un seulement se présente dans le cadre des expériences. Ce phénomène apparaît avec évidence dans le dessin de la Planche VIII :

Quoique les éjecteurs aient des débits qui varient du

simple au double, on constate que pour un débit de turbine d'environ 17 m², la courbe de l'augmentation de chute a fléchi dans quatre mesures consécutives.

Il n'a pas été possible de trouver la cause de ce fléchissement.

La manœuvre des vannes d'éjecteurs pouvait se pratiquer dans les deux sens, soit en ouvrant, soit en fermant. A priori, on pourrait s'attendre à des résultats identiques lorsque les débits d'éjecteurs passaient par les mêmes valeurs. Nous avons constaté qu'il n'en était rien, ce qui s'explique parfaitement si l'on observe que dans un des cas, alors que l'on ferme graduellement les vannes, par exemple, les jets liquides refoulent à l'aval de grandes masses d'eau provenant des écoulements antérieurs ; la vitesse du fleuve est ralentie par ce bourrelet d'eau qui frène l'élan des éjecteurs et se maintient peut être jusqu'à plusieurs kilomètres en aval. Tandis que si nous ouvrons les vannes, l'aval est relativement peu rempli, c'est une dépression au lieu d'un bourrelet qui se propage suivant le fil de l'eau et les éjecteurs ne trouvant aucun obstacle devant eux jouent leur rôle avec plus d'énergie [1].

Cette remarque a une grande importance pratique. En effet lorsqu'il s'agira de lancer une turbine au démarrage pénible, qu'il s'agisse d'une branche qui grippe, ou d'une crue qui noie la sortie, il est tout indiqué de profiter de cette majoration factice et temporaire en suspendant quelques instants le débit normal du fleuve pour vaincre le frottement du départ.

[1] Les *Mémoires de l'Académie de Turin*, année 1830, contiennent une étude de Bidone sur la propagation des remous. On en fit une application au mascaret.

Les expériences de Vessy ont été exécutées dans des proportions beaucoup plus faibles, elles ont vérifié pour de basses chutes les rendements établis à Chèvres.

L'ensemble de toutes ces mesures a été condensé dans un certain nombre de graphiques expérimentaux, dont l'emploi permet de fixer pour une chute et un débit donnés, la grandeur et le nombre d'éjecteurs qu'il faut installer pour acquérir la puissance intégrale qu'une rivière est susceptible de fournir.

QUESTIONS DE LIMNOLOGIE PHYSIQUE

PAR

A. WŒIKOF

On connaît le développement rapide de la limnologie, science qui n'a pas un demi-siècle d'existence. On travaille beaucoup et bien dans plusieurs pays, les résultats s'accumulent. Mais, à mesure que nos connaissances augmentent, nous voulons savoir plus encore. N'est-il pas utile que ceux qui ne s'occupent pas des observations, contribuant directement à l'avancement de cette science, formulent des résultats, posent des questions? C'est ce que je fais ici.

I. *Quelle est la limite entre un lac à émissaire et une rivière (ou un fleuve)?*

Les hydrologistes et les géologues nous disent que les rivières sont constamment en travail, égalisant leur pente, de manière à la faire diminuer régulièrement de la source à l'embouchure. Plus l'érosion a duré longtemps, toutes choses égales d'ailleurs, plus les rivières s'approchent de ce résultat. Dans les pays à glaciation récente, comme la Finlande, la partie orientale de la Dominion of Canada, les *rivières* sont, comme on dit, *à l'état d'ébauches*, le lit futur des rivières est une

série de lacs, réunis par des rapides et des chûtes d'eau.

Ce que l'érosion des rivières fait lentement, l'homme, dans les pays de haute civilisation, le fait en peu de temps, relativement ; il régularise les rivières et fleuves, leur donne une pente et une largeur uniformes, supprimant les rapides ainsi que les élargissements du lit.

Toutes les rivières qui n'ont pas été régularisées par l'homme sont encore, ce qu'on pourrait nommer, *des rivières incomplètes*. Les parties larges, assez profondes, à courant peu rapide (en russe *pleso*) alternent avec des parties étroites, à courant plus rapide et à petite profondeur (en russe *perekat*).

La différence du *pleso* au *lac* à émissaire est graduelle. Le lac Pépin, au-dessous de St-Paul, sur le haut Mississipi, a une largeur si peu supérieure à celle du fleuve en amont et en aval, qu'on ne l'appellerait pas un lac, mais seulement un pleso, s'il se trouvait sur la Volga.

Le pleso est un élargissement de rivière. Un grand nombre de lacs, même d'étendue considérable, ont une forme allongée et une prépondérance si marquée d'un affluent, qu'on peut les considérer aussi comme des rivières élargies et, ainsi, on a raison de donner le même nom à ce tributaire qu'à l'émissaire du lac (Rhône et Rhin, par exemple, pour les rivières à l'amont et à l'aval du Léman et du Bodan). Le plus grand lac de cette espèce est, sans doute, l'Erié.

D'autres lacs, grands et même petits, ont une forme plus irrégulière, moins allongée, ou bien aucun des tributaires ne prédomine autant, par exemple, le lac

Supérieur, le Victoria Nyanza, le Titicaca, le Wenern, le Ladoga, l'Onégo et même le Chiemsee, en Bavière.

Très souvent, cependant, cette différence entre les deux catégories de lacs ne dépend que du niveau actuel des eaux. Une baisse du niveau des lacs de la seconde espèce, mettrait à sec une grande étendue couverte d'eau actuellement et réduirait le lac à une forme allongée comme ceux de la première catégorie.

Vice-versa, un seuil, par exemple de 30 à 40 m., sur un fleuve ne traversant pas de lac, en formerait souvent un très grand, à forme irrégulière. Par exemple, un seuil de cette hauteur sur le Dniépre, en aval de Kiew, mettrait sous l'eau une grande étendue de terrain bas et marécageux sur le fleuve et ses principaux tributaires, qui se jettent dedans en amont de Kiew : la Berezina, la Desna et, surtout, la Pripet. Il se formerait un lac dont la plus grande longueur serait de l'W. à l'E., c'est-à-dire presque à angle droit sur le cours du Dniépre. Un seuil de la même hauteur existait certainement dans une période géologiquement peu éloignée, à l'extrémité de la Samarskaya Lugk, c'est-à-dire à la partie la plus orientale du cours de la Volga et mettait sous l'eau une grande étendue bien au-dessus du principal affluent du fleuve, la Kama, formant un lac irrégulier où se jetaient la Volga venant de l'W., la Kama venant de l'E. et la Sura venant du S.

II. *La densité géographique des lacs.*

Ce phénomène n'a pas encore été considéré en limnologie. Je nomme *densité le pourcentage de la surface couverte par l'eau des lacs à la surface totale*

d'une région. Nul doute, cependant, que ce sujet ne présente de l'intérêt. Mais, comment prendre les régions? S'il s'agit de pays peu étendus, ayant un grand nombre de lacs de peu d'étendue chacun, la délimitation ne fera pas beaucoup de différence ; par exemple, pour les Alpes, l'exclusion d'un ou de plusieurs cantons suisses ou l'adjonction des pays alpins de l'Italie, de l'Autriche, de la Bavière.

Il en est tout autrement pour les pays avoisinant de très grands lacs et n'ayant que peu d'autres lacs, comme celui qui avoisine le Baïkal, par exemple. Si, pour cette région, on se tient aux divisions administratives, on devra prendre la surface du gouvernement d'Irkutsk et de la province (Oblast) de Transbaïkalie, mais des parties considérables de ces régions sont séparées du lac par de hautes montagnes et appartiennent à des bassins différents (Léna, Amour, lacs salés du S. de la Transbaïkalie).

Il faut peut-être conclure que la densité des lacs n'a d'intérêt considérable que s'il s'agit de régions ayant un grand nombre de lacs, qu'ils soient grands ou petits.

Ce sont surtout ces espèces de pays qu'il faut considérer, qui ont des étendues très grandes ou assez grandes de lacs, ainsi qu'un nombre considérable. 1) Les pays d'ancienne glaciation, comme les Alpes, les pays au pourtour de la Baltique (surtout la Finlande et la Suède), l'Est de la Dominion of Canada avec les parties avoisinantes des Etats-Unis, les côtes occidentales de la Norvège, de la Grande-Bretagne, de l'Amérique du Nord de 42° à 60° N., de l'Amérique du Sud de 40° à 54° S., etc. Dans certaines parties de ces pays, la surface couverte par des lacs est de plus d'un

cinquième de la région, par exemple, pour le gouvernement de Wiborg, en Finlande, 27 %. Tous les lacs de ces régions sont des lacs d'eau douce et, pour les lacs qui n'ont point d'émissaire visible, il faut admettre un émissaire souterrain.

2) Les lacs salés qui ont anciennement fait partie de la mer ou d'un lac salé de grande étendue. On peut citer la région Aralo-Caspienne, les régions d'anciens lacs avec quelques lacs existants à l'Ouest des Etats-Unis, que les géologues appellent lac Bonneville et lac Lahontan et certaines parties de l'Asie, que les Chinois appellent Han-Haï, etc. Ces régions ont été soumises à un dessèchement considérable, qui a laissé de grandes étendues de pays couvertes de marais salants et d'efflorescences salines. L'étendue de ces phénomènes nous donne une idée des lacs ayant existé dans une période généralement peu ancienne, géologiquement.

On peut remarquer, en général, que pour les lacs sans issue (lacs salés), les conditions morphologiques et géologiques sont de beaucoup dominées par les conditions climatologiques, l'existence de lacs salés prouvant la sécheresse du climat. Ce n'est, cependant, qu'une intégration de tout le bassin, certaines parties peuvent appartenir à des climats modérément ou même très bien arrosés, ainsi la plus grande partie du bassin de la Volga et surtout les provinces persanes du Ghilan et de Masandaran, dans le bassin de la Caspienne, certaines parties du Thian-Schan et de l'Alaï, dans celui de l'Aral, etc. En général, plus le bassin hydrographique d'un lac salé est grand, plus des conditions de ce genre sont possibles.

D'un autre côté, l'absence de lacs d'eau douce ne

prouve pas la sécheresse d'un pays, car il y a des pays très riches en précipitations atmosphériques qui n'ont que peu ou point de lacs, par exemple le bassin de l'Amazone, surtout la partie occidentale, voisine des Andes ; la région de l'Inde entre le golfe du Bengale et l'Himalaya, le bassin du Congo, tandis que les grands lacs de l'Afrique et le lac Titicaca, dans l'Amérique du Sud, sont dans des régions beaucoup moins arrosées. C'est que, quelles que soient les causes qui ont servi à former les lacs, si elles ne sont plus à l'œuvre, il y a des causes constantes qui mènent à la substitution des rivières aux lacs. Ce sont surtout l'érosion des seuils et le comblement des lacs par les alluvions et la végétation.

III. *La petite profondeur des lacs salés.*

Pourquoi tous *les lacs salés*, à deux exceptions près (la Caspienne et la Mer Morte) *sont-ils peu profonds*, tandis qu'un grand *nombre de lacs d'eau douce*, même de peu d'étendue, sont très profonds [1] ?

Les raisons principales sont :

1) Les lacs salés caractérisent des climats secs, où le niveau des eaux a baissé beaucoup depuis qu'ils avaient un émissaire et étaient des lacs d'eau douce.

2) De plus, les lacs salés occupent la partie inférieure de dépressions continentales, généralement à relief peu accentué. S'il y avait plus d'eau dans le bassin de ces lacs, il y aurait soit un lac d'eau douce plus profond,

[1] Par exemple, un grand nombre de lacs alpins et les lacs de fjords.

grâce à la quantité d'eau plus grande, soit une rivière à cours régularisé.

Il y a eu, certes, pendant les périodes géologiques, des lacs d'eau douce qui sont devenus des lacs salés et vice-versa. Dans le premier cas, il doit y avoir eu diminution de l'eau dans le bassin du lac ou augmentation de l'évaporation, ou l'un et l'autre et le niveau de l'eau a dû baisser jusqu'à ce qu'elle n'atteignît plus le seuil de l'émissaire. Si, au contraire, l'eau d'un lac augmente, soit parcequ'il tombe plus d'eau sur sa surface, soit que les tributaires en donnent plus, soit, enfin, que l'évaporation diminue, le niveau du lac monte jusqu'à ce qu'il atteigne le seuil le plus bas qui le sépare d'un autre bassin, c'est-à-dire que le lac devienne un lac à émissaire. La profondeur diminue dans le premier cas et augmente dans le second.

3) Les pays à relief accidenté (pays de montagne), reçoivent généralement plus de précipitations atmosphériques que les pays à relief plat ou peu accidenté (plaines et plateaux). Ceci est à tel point vrai que souvent les courbes d'isohyétes se confondent avec les courbes isohypses. Vu la grande quantité d'eau circulant dans les pays de montagne, les lacs y doivent être des lacs d'eau douce (des lacs à issue ou à émissaire) et, vu le relief du sol, ils doivent être profonds. Les plaines et les plateaux, vu la petite quantité d'eaux atmosphériques, auront plutôt des lacs sans issue (lacs salés) et, vu le faible relief du sol, ils seront moins profonds.

Les lacs d'eau douce peu profonds, comme il s'en trouve beaucoup et d'assez grands (par exemple, le Peïpus, l'Ilmen, le Bjeloje), dans la plaine russe, au

Sud de la péninsule Nord-européenne[1] peuvent être considérés comme intermédiaires entre les lacs d'eau douce profonds et les lacs salés.

Un changement de climat assez peu considérable, dans le sens d'une diminution d'eaux météoriques ou d'augmentation de l'évaporation, les changerait en lacs salés.

La précipitation est peu considérable dans le bassin de ces lacs (généralement au-dessous de 500 mm.), mais l'évaporation est petite, grâce à la rigueur du climat. L'affaiblissement du vent par les forêts contribue aussi pour beaucoup à la faiblesse de l'évaporation.

Nous connaissons des pays où les lacs d'eau douce et les lacs salés voisinent et où il y a des passages de l'une à l'autre catégorie.

Telles sont les plaines à l'E. des monts Ourals, la Baraba, dans la Sibérie Occidentale, les plateaux peu élevés de la Dominion of Canada, à l'Ouest du lac Winnipeg, etc. ; enfin, nous avons l'exemple le plus grandiose dans le voisinage des deux plus grands lacs de l'Amérique du Sud, le Titicaca (lac profond d'eau douce), étant le tributaire du Poopo, lac salé qui a une profondeur moyenne au-dessous d'un mètre et un maximum de moins de quatre mètres.

4) Enfin, nous savons que même les lacs trés pro-

[1] J'appelle ainsi la péninsule qui est limitée au S.-E. par une ligne un peu courbe, allant de l'embouchure de la Néva, par les lacs Ladoga et Onéga, les plus grands de l'Europe, au golfe d'Onégo de la mer Blanche. Toute cette péninsule est un pays de glaciation récente, excessivement riche en lacs, quelques-uns grands et profonds.

fonds, comme le Léman, ont généralement un relief peu accidenté dans la partie la plus profonde[1]. Si, par la sécheresse du climat, un lac pareil se convertit en lac salé, il diminuera d'étendue et de hauteur d'eau et, en fin de compte, il restera un lac salé de peu de profondeur, occupant seulement la partie la plus profonde de l'ancien lac d'eau douce.

IV. *La relation des variations périodique et impériodique de la hauteur et de la quantité des eaux d'un lac* est intéressante à étudier et à comparer à la masse d'un lac.

Il est clair que si nous prenons la masse d'eau pour point de comparaison, plus la profondeur moyenne est grande, moins la variation sera forte, toutes choses égales d'ailleurs. Puis, plus le bassin est grand en comparaison du lac ou en prenant les masses, plus la masse d'eau annuelle, passant par l'émissaire, est grande en comparaison de la masse d'eau du lac, plus grande est la variation périodique et non périodique.

Les variations seront petites pour les lacs qui reçoivent leurs eaux principalement par des sources ou par la précipitation sur la surface de l'eau. Pour les premiers, ce sont surtout les variations de courte durée qui seront diminuées ; quant aux seconds, il faut considérer que les précipitations maxima ne tombent pas sur

[1] Il y a des exceptions à cette règle. Par exemple, le Ladoga atteint sa profondeur maximale dans deux « fosses » au N.-W. du lac, près de l'archipel de Walamo. On peut expliquer ce fait par l'eau claire que donnent les tributaires du lac au N.-W., tributaires lacustres, tandis qu'à l'E. et au S., le Ladoga reçoit des tributaires beaucoup plus chargés de troubles et contribuant beaucoup plus au comblement du lac.

l'eau des lacs, mais sur les montagnes. On pourrait penser que les différences d'évaporation, selon les saisons, causeraient des dénivellements considérables de l'eau de ces lacs, mais il n'en est rien ; les pays où l'évaporation est grande, même pendant une saison, sont des pays très pauvres en précipitations et où des lacs de cette espèce ne peuvent exister. Les lacs de ces pays ont, au contraire, des bassins très grands en comparaison de l'étendue et de la masse des eaux des lacs.

La plus grande variation annuelle a été observée sur le lac d'Oeschinen, dans l'Oberland bernois[1]. De la fin de l'été à la fin de l'hiver, le niveau diminue de 15 m. et la masse de l'eau de 40 à 25 millions de m³. Quant à la plus grande variation non périodique d'un très grand lac, on l'a observée sur le Baïkal, en 1869. De juin à octobre, le niveau de ce lac immense s'éleva de 3 m., grâce à des pluies fortes et persistantes sur le lac et le bassin, accompagnées d'un temps froid et couvert, qui diminua l'évaporisation.

V. *Lacs d'eau douce et lacs salés.*

On sait que, *généralement, les lacs à issue, ou à émissaire, ont de l'eau douce et les lacs sans issue sont salés.* Cependant, des exceptions à la seconde règle sont connues qui méritent l'attention. Jusqu'aux premières années de ce siècle, les plus considérables que l'on connût étaient les lacs Chad, en Afrique et Peten, dans le Guatemala. Pour le premier, on a sup-

[1] Max Groll. Der Oeschinensee. Bern, 1904.

posé, pour expliquer la douceur de ses eaux, qu'il avait un émissaire peu de temps auparavant et que, de plus, le sol de son bassin ne contenait pas, ou presque pas, de sels qui s'accumulent généralement dans les lacs sans issue, c'est-à-dire de chlorures et de sulfates. L'exploration du lac Balchasch (ou Balkhach), au nord de Tienschan, a montré que ce lac sans issue avait aussi de l'eau douce. On ne peut supposer un émissaire sous-lacustre, ce lac étant dans une dépression. Il faudrait donc supposer, comme pour le Chad, que le sol de son bassin est très pauvre en chlorures et en sulfates et cela est probable, car le lac reçoit à peu près exclusivement de l'eau de ses affluents de montagne.

Une autre question me paraît plus intéressante. *Les lacs à émissaire ne peuvent-ils avoir de l'eau salée dans leurs parties plus profondes que le fond de l'émissaire?*

Un petit lac à eau douce superficielle et à eau plus profonde de la même salure que l'eau marine a été signalé à l'île de Kildine, dans l'Océan Boréal, près des côtes de la Russie.

Il me paraît que des lacs, grands et profonds, de cette espèce, ont existé et pourront exister de nouveau. Il faut, pour cela, une période pluvieuse et, de plus, froide, au moins en été, c'est-à-dire une précipitation plus grande et une évaporation moins forte qu'auparavant. Si un changement de climat de cette espèce continue pendant des centaines d'années, l'influence sur le niveau des lacs sera grand, il montera et l'eau des lacs salés atteindra le seuil le plus bas qui les sépare des bassins de l'océan ou d'autres lacs sans

issue. Ainsi, une longue période de cette espèce fera hausser le niveau de l'Aral jusqu'à lui ouvrir une communication avec la Caspienne ; cette dernière montera aussi et ses eaux s'écouleront, par le seuil du Manytch, dans la mer d'Azov. (Ce seuil a une hauteur de 24 m. au-dessus du niveau moyen de la mer Noire et de 50 m. au-dessus de la Caspienne). Si un changement de climat de cette espèce atteint la Syrie et la Palestine, la mer Morte montera aussi et se déversera dans le golfe d'Akabah, de la Mer Rouge.

Que deviendront les sels de ces lacs ? Les eaux superficielles seront beaucoup moins salées qu'auparavant et bientôt à peu près douces, mais les couches profondes seront longtemps encore fortement salées. L'eau de ces couches ne pourra se vider par les émissaires, étant beaucoup plus lourde que l'eau superficielle, et il n'y a que la diffusion qui, très lentement, dessalera les couches profondes.

Il faudra préalablement des centaines ou des milliers d'années pour emporter les chlorures et les sulfates dissous dans l'eau de ces lacs, et pendant ce temps *nous aurons des lacs salés à écoulement comme nous avons dans le temps présent des lacs d'eau douce sans écoulement.*

VI. — L'influence des climats continental et océanique sur la thermique des lacs

Dans un travail publié ici même j'ai posé la question des conditions d'existence des lacs du type polaire [1].

[1] A. Woeikof. Les lacs polaires, Arch. de Genève, 1903.

On sait que les climats continentaux sont plus favorables au gain comme à la perte de chaleur, grâce à une diathermansie plus grande de l'air, à une nébulosité moindre, à des précipitations moins abondantes ; cependant il tombe souvent plus de neige dans les climats continentaux que dans les climats océaniques des mêmes latitudes, et le temps pendant lequel la neige tombe et séjourne sur la terre est souvent plus long que dans les derniers.

Que doit-il advenir dans les lacs du type tropical à égalité de latitude ? Les couches superficielles gagneront plus de chaleur en été et perdront plus en hiver dans les climats continentaux que dans les climats océaniques et comme la stratification est directe dans ce type, la température moyenne annelle sera plus haute dans les climats continentaux, mais les profondeurs au-dessous de 50 m. et probablement beaucoup moins, seront plus froides, car c'est la température hivernale des couches supérieures qui est surtout importante pour les couches profondes, les températures basses y pénétrant directement par des courants de convection et les hautes par conduction principalement.

L'observation directe ne peut décider la question, car les lacs du type tropical profonds manquent dans les climats continentaux hors des tropiques, c. à d. dans des conditions où le refroidissement hivernal est assez grand. Dans l'Aral, lac salé ayant à peine plus de 1 °/₀ de sels, on a trouvé une température de 1° à une profondeur de 50 m. et cela au milieu de l'été quand la surface est à plus de 25°. En prenant la moyenne au fond de deux lacs italiens alpins, Maggiore et Garda, sous la même latitude de 45° je trouve 6,3.

Les lacs salés étant, pour ainsi dire, la condition normale des climats continentinaux entre le 20° et 50° de latitude, la comparaison d'un lac salé dans un climat continental à un lac d'eau douce dans un climat maritime est parfaitement justifiable. Je donne encore la comparaison du bassin occidental de la Méditerranée, lat. moyenne à peu près 40° N. avec le bassin sud de la Caspienne, à la même latitude. On a trouvé au fond de la Méditerranée occidentale 12,7, et de la Caspienne partie S. latitude 40°, 6.0, partie moyenne, lat. 41°-42°, 4.9. La Méditerranée est sous le rapport de l'équilibre des eaux profondes, comparable à un lac du type tropical, car la salure plus grande n'y laisse pas pénétrer les eaux de l'océan au-dessous d'une petite profondeur. On voit que dans cette paire de bassins aussi le climat maritime d'une température de fond beaucoup plus haute que le climat continental. Même dans les tropiques, pas trop près de l'équateur, si nous pouvions faire la comparaison des températures de lacs à de grandes profondeurs, je pense que les régions côtières en auraient de plus hautes que l'intérieur des continents à égalité de latitude.

Quant aux lacs du type polaire, le Baïkal nous montre que les climats continentaux leur sont favorables, un lac du type polaire serait impossible dans un climat franchement maritime [1] même sous le 60°. En revanche,

[1] Les climats sont continentaux ou maritimes en raison des influences qui y prédominent. Ainsi nous aurons un climat maritime, à hiver chaud pour la latitude là où dominent les vents de l'océan, même si la distance de ce dernier est grande, et un climat continental à hiver froid à une petite distance de l'océan, si les vents continentaux y dominent. Exemple : le Japon et les côtes de la Chine.

le type polaire une fois établi, la température des grandes profondeurs devra être plus haute dans un climat continental, car avec une stratification inverse ce sont les températures plus hautes qui gagnent ces profondeurs et s'y fixent et c'est la saison estivale qui donne les conditions de la température des couches profondes. C'est que, dans un climat continental le temps est plus clair en été, les eaux des lacs s'échauffent plus par les rayons du soleil, les tributaires donnent aussi des eaux plus chaudes, les glaces fondent plus rapidement.

VII. — La température de l'air sur les lacs

La couche inférieure de l'air reposant sur les eaux doit être fortement influencée par la température de la surface de celles-ci. Aussi voyons-nous sur les océans tropicaux, dont la température est très-uniforme dans l'espace et dans le temps [1], que la température de l'air est aussi soumise à de très petites variations et se rapproche beaucoup de la température superficielle de l'eau, restant généralement un peu inférieure à celle-ci.

Les lacs étant des bassins beaucoup moins étendus que les océans, la température de l'air sur leur surface sera certainement soumise à d'autres influences. Nous devons nous attendre à ce que les températures de l'air et de la surface de l'eau doivent se rapprocher d'autant plus que 1°, le lac est étendu, que 2°, les berges sont hautes et que 3°, les vents sont faibles. La première raison doit avoir le plus d'influence sur la température de

[1] C'est-à-dire que la température est égale ou à pen près sur de grandes étendues et que ses variations périodiques et non périodiques sont petites.

l'air sur la Caspienne, de beaucoup le plus grand lac du globe, puis sur le Supérieur et l'Ukerewe (Victoria-Nyanza) la seconde doit avoir le plus d'influence sur le Baïkal, le Telezky dans l'Altaï, le lac des Quatre Cantons, etc. Il est facile de voir pourquoi il doit en être ainsi. Plus un lac est grand, plus il se rapproche sous ce rapport de l'océan ; plus ses berges sont escarpées, moins les vents des surfaces continentales environnantes arrivent facilement sur sa surface et modifient la température de l'air qui s'est établie sous l'influence de l'eau, enfin moins les vents sont forts, plus longtemps l'air restera en contact avec l'eau et s'équilibrera avec la température constante de celle-ci, au contraire plus le vent est fort, plus les masses d'air d'une température très différente de celle de l'eau auront la possibilité d'arriver jusqu'au milieu du lac.

Nous savons peu de chose sur la température de l'air sur les lacs. A peine avons-nous quelques observations isolées, disséminées dans des journaux de voyages, des comptes-rendus de « stations lacustres », etc. La preuve du triste état de nos connaissances sur ce sujet est celle-ci. Le Léman est certes le lac le mieux étudié et celui pour lequel nous avons la monographie la plus complète [1]. Certes M. Forel n'aurait pas négligé de nous renseigner sur ce sujet, s'il avait des observations à citer. Il donne bien des « *températures de l'air* » (v. I p. 272-279 v. II p. 322-327), mais *ces températures ont été observées non sur le lac, mais sur la terre ferme*, à une certaine distance du lac. Aussi, quand il donne un tableau comparatif de la température de l'air et du lac (v. II p. 323)

[1] Forel, le Léman, Lausanne 1895-1905.

et qu'il remarque « la différence moyenne est de 2.5 en faveur du lac, le lac est plus chaud que l'air dans tous les mois saut avril et mai », etc., ce n'est pas l'eau et l'air qui est immédiatement au-dessus du lac qu'il compare, mais l'eau et l'air à une certaine distance des rives, peut-être à 1 km. et à une distance d'au moins 5 km. de la région pélagique. L'air dont il nous donne la température est certainement influencé par l'eau du lac, mais moins que par la surface continentale sur laquelle il se trouve et par d'autres conditions encore. L'air reposant sur la région pélagique du lac a certainement une température beaucoup plus rapprochée de celle de la surface de l'eau que l'air des stations riveraines. Il est peu probable que l'air de la région pélagique soit en moyenne plus chaud que la surface de l'eau au printemps, d'autant plus que par les jours ensoleillés la brise du lac souffle généralement au milieu de la journée, et la brise de terre la nuit. Il est tout à fait inadmissible que l'air, au dessus de la région pélagique soit plus froid que l'eau de plus de 5° en moyenne en décembre.

Des différences bien plus considérables sont possibles pour peu de temps, en plus comme en moins, mais cela sous l'influence de vents forts soufflant des rives sur le lac.

En dehors des variations de température de l'air qui sont dues à l'influence des surfaces continentales, il faut considérer celles qui proviennent de variations dynamiques dans l'air même, qui s'échauffe en descendant et se refroidit en montant. Comme les lacs occupent des cuvettes, c'est *l'échauffement de l'air par compression, le phénomène du foehn* qui entre ligne de compte. Ces

vents sont si forts dans certaines localités qu'ils amènent certainement sur le milieu des lacs des masses d'air beucoup plus chaudes que la surface de l'eau.

Si nous considérons non la région pélagique, mais la région littorale d'un lac, un vent chaud soufflant de la rive peut amener un refroidissement de la température du lac, en chassant l'eau chaude de la surface, qui est remplacée par de l'eau sous-jacente beaucoup plus froide. Cela est possible partout où, avec stratification directe, la couche chaude supérieure a peu d'épaisseur. Ainsi M. Forel a montré qu'à Genève la différence moyenne des extrêmes de la température de l'eau s'accroît de 2,1 en janvier à 10,6 en juillet et que « la plus grande différence de la température est due à des écarts négatifs » et « les écarts négatifs ont lieu lorsqu'un grand vent du sud balaie la couche de surface et la fait remplacer par les eaux profondes plus froides. Le vent du sud apporte de l'air chaud sur le Léman et en même temps il abaisse la température de la surface de l'eau. » Je ne doute pas que les lacs suisses soumis à de forts coups de foehn (comme le lac de Wallenstadt par exemple) ne donnent des différences du même genre plus fortes que le Léman près de Genève. L'expédition du Karaboghaz a trouvé des faits du même genre près de la côte E. de la Caspienne en juin 1897. Les vents étaient E., ils apportaient l'air chaud et sec du désert entre la Caspienne et l'Aral, et en même temps, chassant l'eau chaude supérieure, ils refroidissaient la surface du lac lui donnant une température de 15° à 19° seulement, ce qui est bien bas pour la surface d'un lac au milieu du continent, en juin, sous le 40° L. N.

Si des foehns peuvent amener sur les lacs de l'air

beaucoup plus chaud que la surface de l'eau, des « bora » apportent de l'air beaucoup plus froid. Deux lacs de la Sibérie sont soumis à des boras fréquentes et fortes en automne et en hiver, le Baïkal et le Teletzky (dans l'Altaï). C'est que, tant qu'ils ne sont pas gelés, l'air au-dessus de ces lacs est beaucoup plus chaud que sur leurs rives escarpées, il y a rupture d'équilibre dans le sens vertical, et malgré l'accroissement de la température de l'air dû à la descente, l'air arrive sur les lacs avec une température de beaucoup inférieure à celle de l'eau, et grâce à la violence du vent, cet air froid arrive au milieu du lac.

Il serait fort désirable d'avoir des observations de température de l'air sur les lacs, en même temps que l'on fait des observations de température sur la surface de l'eau. A côté d'études spéciales de limnologie, on pourrait probablement faire des observations sur les bateaux à vapeur qui sillonnent beaucoup de lacs, jusqu'au Victoria-Nyanza et au Titicaca. L'observation de la température de l'air sur les vaisseaux présente des difficultés, comme la réflexion de la chaleur par le pont, etc., et ces difficultés sont plus grandes sur les bateaux des lacs faisant de fréquentes escales que sur les vaisseaux de haute mer qui sont en mouvement pendant beaucoup de jours consécutifs. On pourrait cependant installer des enregistreurs sur l'avant des navires et marquer les temps d'arrêt en donnant des coups sur le tambour de l'enregistreur.

Une ère nouvelle paraît s'ouvrir pour l'étude des températures de l'air sur les lacs grâce aux observations au moyen de cerfs-volants. On sait qu'ils ne s'élèvent pas si le vent est inférieur à 4 $^1/_2$ ou 5 m. par seconde.

Pour étudier la distribution verticale de la température et de l'humidité de l'air par des vents faibles il faut donc faire un vent artificiel, et le mouvement de navires sur les lacs donne le meilleur moyen de le faire. On a déjà établi une station d'aérostation et de cerfs-volants avec un vapeur sur la rive badoise du Bodan, et le nouvel observatoire d'aérostation installé à Lindenberg près de Berlin a des bateaux sur deux petits lacs avoisinants. Nous allons donc bientôt connaître non seulement la température de la couche inférieure de l'air sur les lacs, mais sa distribution verticale, car le bon exemple donné par les observations sur les lacs en Allemagne ne manquera pas d'être suivi.

Le Léman ne se laissera pas, espérons-nous, ravir l'honneur d'être le lac le mieux étudié du globe, grâce aux travaux de tant de savants éminents, et on y installera aussi une station d'aérostation et de cerfs-volants.

JEAN-MARC-ANTOINE THURY

PAR

John BRIQUET

I

Aucun savant genevois n'a fait preuve, au cours du XIXme siècle, d'une activité aussi polymorphe, d'un savoir aussi encyclopédique, d'aptitudes aussi diverses, que celui auquel ces pages sont consacrées. Tour à tour biologiste dans le sens le plus large du terme, botaniste, physicien, mécanicien, mathématicien, astronome, philosophe, sociologue et même théologien, Thury a touché à un très grand nombre de branches du savoir humain et, dans presque toutes, il a laissé une trace originale de son passage. Examiner les différentes faces sous lesquelles se présente l'œuvre de Thury, c'est laisser entrevoir les grandes difficultés que rencontre son biographe. Pour juger sûrement les travaux de ce savant et apprécier convenablement leur portée, il faudrait avoir une compétence presque universelle. Il s'en faut, et de beaucoup, que l'auteur de ces lignes puisse prétendre à cette compétence. Le lecteur voudra bien excuser les lacunes que présentera sûrement cette notice aux yeux des spécialistes en tenant compte de la complexité de la tâche. Nous n'au-

MARC THURY

PROFESSEUR

rions pas facilement entrepris ce travail si nous n'y avions été poussé par le désir de rendre hommage à un maître vénéré, auquel nous rattachaient, depuis de longues années, des liens de profonde estime et de vraie amitié.

Jean-Marc-Antoine Thury est né le 18 avril 1822 à Nyon (Vaud), où son père, le colonel Thury, était propriétaire d'un hôtel achalandé devant lequel s'arrêtaient, jour et nuit, les diligences et malles-postes. Il révéla, de bonne heure, par sa précocité, cet esprit vigoureux et cette extraordinaire capacité de travail qui lui permit de réunir, par lui-même, la presque totalité de son bagage intellectuel. A treize ans, il avait terminé son collège et, à seize ans, il enseignait déjà au collège d'Aubonne. Après un assez court séjour à l'Université de Strasbourg, il devint régent régulier au collège de Nyon, puis il passa à l'Ecole normale de Lausanne et enseigna à l'ancienne Académie de cette ville, en compagnie de Vinet, Sayoux et Wartmann. Il quitta Lausanne en 1845, lors de la démission collective des professeurs de l'Académie, pour essayer de créer à Neuchâtel, une sorte d'enseignement supérieur libre. Cette tentative, au cours de laquelle Thury rencontra de grandes difficultés dues à l'état politique du pays — il était placé entre les antipathies et l'exclusivisme des royalistes et des républicains — n'eut aucun succès. Il revint à Nyon et c'est de là qu'il commença à donner des leçons à Genève, au Cours supérieurs des demoiselles, dirigés par le pasteur Guillermet, dans l'institution d'Alphonse Briquet et ailleurs.

Le départ ou la démission de plusieurs professeurs venait de laisser, à l'Académie de Genève, des lacunes

difficiles à combler. Les leçons d'histoire naturelle professées par Thury à Genève, dans les institutions libres mentionnées plus haut, attirèrent sur lui l'attention. Il fut chargé de l'enseignement botanique à la Faculté des sciences, laissé vacant par la démission d'Alphonse de Candolle, d'abord à titre temporaire (1851), puis à titre définitif (23 juin 1854). Ce n'est qu'en 1871 et 1876 que s'organisa une chaire de botanique médicale et systématique, détachée de la chaire de botanique générale et confiée au professeur Jean Müller. Entre temps (1872), Thury avait organisé à l'Université ce petit laboratoire de botanique générale dans lequel il s'ingéniait à combiner des instruments destinés aux expériences de physiologie végétale. Que de souvenirs se rattachent, pour nous, à ce laboratoire ! Un nombre restreint de travailleurs pouvait, il est vrai, y trouver place, mais on y rencontrait la bonté dévouée et les conseils éclairés du maître, l'intimité entre travailleurs et un véritable enthousiasme scientifique. Les nombreux travaux de ce laboratoire — qui avait organisé une vitrine intéressante lors de l'Exposition nationale de 1896, à Genève — ont été réunis de 1895 à 1900 en un *Bulletin du Laboratoire de botanique générale de l'Université de Genève.* Ce Bulletin, arrivé à son troisième volume, a malheureureusement dû être arrêté par suite de la suppression de l'ancien laboratoire de botanique générale, lors de la retraite de Thury en 1900.

Thury était aussi devenu professeur d'histoire naturelle à l'Ecole secondaire et supérieure des jeunes filles, presque dès les débuts de cet établissement scolaire. Il mena de front l'enseignement universitaire et

l'enseignement secondaire, qu'il résigna seulement en 1900, de sorte que la presque totalité de la jeunesse de Genève, tant masculine que féminine, a, pendant près d'un demi-siècle, passé entre ses mains.

Familier et simple dans sa façon de s'exprimer, Thury se laissait facilement entraîner par sa pensée, toujours profonde et visant aux aperçus généraux dont de jeunes auditeurs avaient parfois de la peine à suivre tous les détours. D'ailleurs, son extrême sincérité l'amenait à traiter volontiers ses sujets d'une façon complète, comme s'il s'était agi de rédiger l'introduction d'une monographie, avec un historique développé, en donnant les mêmes détails sur les phénomènes intéressants, comme sur ceux qui le sont moins. Il en résultait, pour les débutants, une certaine aridité dans l'exposé. En revanche, les esprits curieux en aperçus philosophiques ingénieux et les amateurs de données historiques exactes, surtout celles relatives aux travaux des anciens naturalistes genevois, trouvaient ample moisson à faire dans ses cours. Au surplus — et bien qu'il aimât ses leçons et ses élèves — l'enseignement n'a, au fond, joué dans la vie de Thury qu'un rôle accessoire.

II

Les travaux d'histoire naturelle de Thury comprennent deux séries principales de publications.

Une première série se rapporte à diverses questions spéciales de botanique. Elle débute en 1853 par une note sur une monstruosité de *Pelargonium*, suivies de plusieurs autres remontant toutes aux premières années de son enseignement. L'attention de Thury se

portait principalement sur les questions d'organogénie, mises alors au premier plan des préoccupations des botanistes de l'époque par les travaux de Payer. Citons ses recherches sur le développement de la feuille, sur la naissance des stipules et son mémoire sur l'anthogénie de l'Hémérocalle fauve qui, après avoir été critiqué par Eichler, a été récemment remis plus favorablement en lumière par K. Schumann. Plusieurs travaux entrepris alors n'ont pas été achevés, d'autres ont été publiés seulement plus tard, la grande modestie de l'auteur le faisant reculer devant une publication prématurée, telles ses observations sur la fleur des Passiflores, parues en 1897, avec de belles analyses dessinées par l'auteur. Thury dessinait, d'ailleurs, admirablement et a fait bénéficier plusieurs botanistes de son talent. C'est lui qui a dessiné les planches des mémoires de Choisy sur les Guttifères de l'Inde, ainsi que sur les Terstrœmiacées et Camelliacées (où Thury figure une Ebénacée nouvelle sous le nom de *Prinos laurinus* Thury). Il a fourni divers autres dessins aux publications d'Edmond Boissier, qui a tenu à lui marquer sa reconnaissance en lui dédiant un remarquable genre nouveau de la famille des Caryophyllacées : le genre *Thurya* Boiss. et Bal. [1].

Une deuxième série de publications a eu un retentissement beaucoup plus grand ; ce sont celles qui se rapportent aux questions générales de l'origine des espèces et de la production artificielle des sexes.

Les notes publiées par Thury sur la question de

[1] *Thurya* Boissier et Balansa in Boiss. *Diagn. pl. Or.*, 2me sér., V, p. 63 (1856) et in *Ann. sc. nat.*, 4me sér., VII, p. 302, tab. 13 (1857).

l'origine des espèces et les rapports des êtres vivants actuels avec ceux des âges passés[1] sont très curieuses à étudier. De Quatrefages a cité Thury parmi les précurseurs de Darwin, estimant que, huit ans avant la publication de l'*origine des espèces*, le professeur de Genève avait tracé les grandes lignes de la doctrine évolutionniste. Cela est vrai jusqu'à un certain point. Thury fait dériver les faunes et les flores modernes des faunes et des flores anciennes, mais non pas par un processus de transformation lent ou graduel. Le passage d'une phase géologique à une autre, à climatologie différente, coïncidait, selon lui, avec un phénomène de mutation s'effectuant dans le germe des êtres vivants sur une grande échelle et d'une façon brusque. On sait que, de nos jours, le principe des *mutations* joue, sous une forme différente, il est vrai, et avec une base expérimentale, un rôle important dans les théories défendues d'une façon si brillante par le professeur De Vries. Il est intéressant de constater qu'un des arguments employés par Thury en faveur du système mutationniste, c'est le temps moins long qu'il exige pour aboutir au terme actuel de l'évolution organique. L'auteur, en se basant sur diverses considérations d'ordres astronomique, géologique et biologique, était arrivé à évaluer à environ dix millions d'années l'âge du globe terrestre depuis qu'il est le siège des phénomènes de la vie, terme trop court en appliquant la théorie Darwinienne. Or, De Vries s'est, bien plus tard, servi d'arguments analogues en

[1] *Archives*, 1851, t. XVII, p. 185; 1882, t. VII, p. 113; 1888, t. XIX, p. 240.

adoptant l'évaluation, due à Lord Kelvin, de vingt-sept millions d'années.

Les faits et les idées, exposés dans divers mémoires célèbres relatifs à la production artificielle des sexes[1], ont soulevé des discussions très vives et en soulèveront sans doute encore. Il s'agit là d'un problème fort difficile, dans lequel il semble que des facteurs divers et multiples interviennent. C'est le mérite de Thury d'avoir attiré l'attention sur l'un d'eux et d'avoir placé la question sur un terrain expérimental. On sait que, pour Thury, le facteur principal de la détermination du sexe résidait dans le degré de maturation atteint par l'œuf au moment de la fécondation. Passé un certain degré de maturation, l'œuf fécondé donne, toutes choses égales d'ailleurs, un mâle ; avant que ce degré soit atteint, il donne une femelle.

A la suite d'une mémorable discussion, qui eut lieu au sein de la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, relativement à l'existence, dans les organismes vivants, de forces distinctes des forces physico-chimiques — et à laquelle prirent part, entre autres, De la Rive, Ed. Claparède, D'Espine, Pictet, Marignac, Colladon et Thury — ce dernier résuma ses opinions sur la question du vitalisme, dans une note spéciale[2]. Thury admet dans les organismes vivants, outre les forces inorganiques connues, des forces spéciales qu'il appelle forces *schématiques*, produisant des *types* et ayant besoin, pour se manifester, du concours des

[1] *Archives*, 1863, t. XVII, p. 91; 1864, t. XIX, p. 223, et 1865, t. XXIV, p. 162.

[2] *Archives*, 1859, t. V, p. 164.

forces physico-chimiques auxquelles elles empruntent la loi du travail.

Pour compléter les données sur l'œuvre de naturaliste de Thury, il convient de mentionner ses observations sur les mœurs de l'hirondelle domestique, qui font preuve à la fois d'un très grand talent d'observation et d'une remarquable aptitude à l'analyse psychologique.

Thury aurait pu, sans aucun doute, donner beaucoup plus comme naturaliste si les émoluments très modestes attachés à son enseignement, mis en regard des exigences de l'éducation d'une nombreuse famille, ne l'avaient obligé à orienter ailleurs son activité. Et ce fut le cas dès le début. Il avait, en effet, épousé, à vingt ans, sa cousine, Mlle Boisot et l'on sait que ses enfants lui ont fait honneur en se distinguant dans l'enseignement, la carrière militaire, les industries électriques ou mécaniques, etc.

III

Cette dernière remarque nous amène à envisager un côté très différent de l'activité de Thury et celui dans lequel il a le plus largement employé sa grande intelligence. Déjà, à l'époque où il enseignait à Aubonne, il avait fabriqué lui-même, pour son usage personnel, un télescope. C'était là une manifestation précoce de l'extraordinaire habileté qu'il avait pour la combinaison d'instruments rationnels en vue d'expériences définies, combinaison dont tous les détails étaient soumis à un calcul minutieux.

En 1860, il créait, à Plainpalais, un atelier pour la construction d'instruments de précision. Dès 1862, cet

atelier servait de point de départ à l'importante *Société genevoise pour la construction des instruments de physique*, fondée avec De la Rive, L. Soret et Ad. Perrot. Thury devint ingénieur-conseil de la Société à laquelle il consacra, pendant quarante-trois ans, le meilleur de son temps et de ses forces ; il est mort au milieu de la nuit, occupé à un calcul nécessité par la construction d'un nouvel instrument.

Dès 1862 et surtout 1863, Thury publiait une notice sur les instruments perfectionnés par lui : manomètre micrométrique, pompe aspirante et refoulante, boussole tangente différentielle, wattmètre à boussole, appareil pour vérifier la loi d'Ampère, appareil pour reproduire une aurore boréale, hygromètre de Saussure auquel il a ingénieusement substitué, au poids tendeur du cheveu, un ressort en spirale en or[1].

En 1865, la nécessité du nettoyage des conduites de gaz, obstruées par la naphtaline, se faisant vivement sentir, Thury construisit une pompe à compression et à déchargement instantané, qui est encore en usage aujourd'hui et dont la *Société genevoise* a construit plus de 500. En même temps, la construction de machines à diviser, pour les besoins de l'atelier, ayant été décidée, Thury indiqua la méthode à suivre et en surveilla l'exécution. Il employa, pour la division originale de la grande machine circulaire, un principe entièrement nouveau. « Ces deux machines sont, aujourd'hui, considérées comme les plus parfaites qui existent. Elles ont servi de modèle à de nombreuses constructions semblables et à environ 200 machines à diviser que la

[1] *Archives*, 1862, t. XV, p. 133.

Société a livrées jusqu'à présent, ainsi que pour la division de plus de 500 mètres-étalons de précision, de métaux et de formes diverses. »

En 1867, il décrit un nouveau photomètre atmosphérique. Ce travail fut mis à profit lorsqu'il eut à construire sa lunette équatoriale, en 1868, pour ajouter à cette dernière son photomètre astronomique (1874), pourvu, devant l'objectif, d'un diaphragme s'ouvrant et se fermant concentriquement et qui donna plus tard l'idée d'employer ce système en microscopie sous le nom de diaphragme Iris[1].

Le passage de Vénus, en 1874, l'amena à combiner deux lunettes équatoriales de sept pouces, commandées par le Comité de Paris. Ce travail fut suivi par celui de la lunette équatoriale de dix pouces, offerte, en 1879, par le professeur Plantamour à l'Observatoire de Genève et de plusieurs autres instruments semblables destinés à l'étranger (1878-1882). Plus récemment, il construisit d'ingénieux instruments altazimutaux pour les observatoires de Genève, Bucarest et Nice ; un instrument, commandé par le Dr Dor, pour mesurer la dureté de l'œil dans la maladie du glaucome et auquel il donna le nom de tonomètre (1877) ; un instrument pour enregistrer les seiches ; un nouveau sismographe pour l'observatoire de Genève (66) ; un compresseur pour l'étude du développement des œufs en microscopie ; une pince pour changer rapidement les objectifs des microscopes, pince qui plus tard fut imitée par tous les autres constructeurs ; le cyclostat, instrument permettant d'observer les objets animés d'un rapide

[1] *Archives*, 1874, t. LI, p. 209.

mouvement de rotation comme s'ils étaient au repos ; un densimètre perfectionné, à deux colonnes liquides et un cathétomètre à crémaillère ; un appareil de rotation pour les recherches sur l'héliotropisme et le géotropisme, etc., etc. Plus récemment encore, il mit au point la théorie et la construction d'un télémètre de côtes employé par une puissance étrangère. Enfin, peu de temps avant sa mort, il s'occupait de la construction d'un héliomètre sur un principe nouveau et de l'application, à un équatorial de l'Observatoire du Cap, d'un régulateur système Thury.

Les travaux de Thury dans le domaine de l'horlogerie de précision sont tout aussi étendus ; une partie en a été publiée dans divers journaux spéciaux à cette branche de la mécanique[1]. En 1876, la Société intercantonale des industriels du Jura avait ouvert un concours pour la construction d'un nouvel instrument destiné à la mesure des épaisseurs à l'usage spécial de l'horlogerie. Il présenta son compas pour mesurer $^1/_{100}$ de millimètre. Cet outil, connu sous le nom de compas de Thury, est le seul qui ait survécu à cette époque ; il indique aussi le moyen pour diviser rationnellement suivant les cordes le compas dit « outil aux douzièmes ».

Un de ses travaux capitaux a été sa *systématique des vis horlogères*[2]. J.-B. Grandjean avait proposé à la Section d'horlogerie de Genève l'étude des moyens par lesquels il serait possible d'amener l'adoption d'un système uniforme de vis. La commission nommée à cet

[1] Voy. la notice parue sur Marc Thury, sous la signature Y, dans le *Journal suisse d'horlogerie*, XXIX, n° 8, févr. 1905, p. 267-272.

[2] *Journal suisse d'horlogerie*, 1878, t. III, supplément.

effet chargea Thury de ce travail délicat. Celui-ci fit une étude complète de la question, et la résuma dans huit combinaisons différentes, dont l'une a été adoptée sous le nom de filière suisse. Son système a rencontré l'approbation d'un grand nombre de mécaniciens compétents et en particulier de la commission anglaise nommée en 1884 pour étudier la question de l'unification des pas de vis.

Citons parmi ses autres travaux dans le domaine de l'horlogerie son travail sur la cause de l'anomalie de la dent; une étude sur le principe du levier; une nouvelle méthode pour supprimer le frottement; un nouvel électro-moteur régulateur applicable aux équatoriaux; son étude sur le méridien initial et l'heure universelle; son nouveau pendule compensateur à reversion, etc.

Thury avait d'ailleurs manifesté son grand intérêt pour l'horlogerie en donnant pendant l'hiver de 1870, sous les auspices de l'Association commerciale et industrielle genevoise, un cours de mécanique appliquée à l'horlogerie, avec des expériences faites sur un appareil compliqué et fort coûteux, construit en vue de ce cours.

Bien que la question des instruments mêmes fût au plan de ses occupations, Thury a aussi écrit de nombreuses notes de physique terrestre et d'astronomie. Il consacrait souvent des nuits à cette dernière science dans le petit observatoire qu'il avait monté dans sa propriété des *Pleïades*.

Cette activité, qui paraît prodigieuse, dans le champ de la mécanique ne représente cependant, sous la forme de publications ou de construction d'appareils et de machines, qu'une faible partie des travaux abordés et

même achevés par lui dans ce domaine comme dans tous les autres. Que de fois n'avons nous pas surpris le vénérable savant dans son cabinet se livrant à d'ardus calculs pour résoudre telle question de géométrie ou de mécanique qu'il avait rencontrée sur sa route, sans qu'elle rentrât dans le cadre exact de sa recherche primitive ! Le but principal une fois liquidé il revenait aux questions secondaires, souvent purement théoriques, qui avaient captivé son intérêt, et pouvait s'acharner après elles jusqu'à ce qu'il les eût élucidées. Beaucoup de ces travaux n'ont pas été publiés ; il les reléguait dans un tiroir ou ne les conservait même pas. Il lui suffisait d'être au clair sur les points qui l'embarrassaient, négligeant une publication, pour diriger son activité dévorante sur un autre sujet.

On peut dire de Thury qu'il a été dans le domaine de la mécanique non seulement un perfectionneur de talent d'instruments existants et de méthodes connues, mais à bien des égards un initiateur ingénieux.

IV

Esprit tourmenté du désir d'établir la vérité aussi en dehors du domaine physique, Thury a absorbé les domaines les plus divers de la métaphysique et de la philosophie. Chrétien convaincu, bien qu'absolument hors cadre au point de vue ecclésiastique, il n'a pas craint de toucher à la théologie. Enfin, observateur assidu des défauts de la société actuelle et animé d'un ardent désir de les atténuer et de les faire disparaître, il a fait œuvre de sociologie dans divers écrits souvent très ingénieux.

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner ou de discuter les tendances et la valeur propre des œuvres que nous venons de mentionner. Bien qu'on ne puisse nier le caractère utopique de diverses opinions de l'auteur, tous s'accordent à reconnaître le souffle généreux qui anime ces publications, la clarté des raisonnements et le style simple, s'élevant parfois jusqu'à la vraie éloquence, dans lequel elles sont écrites.

Collaborateur des sociétés les plus diverses, Société de physique et d'histoire naturelle, section des Sciences de l'Institut genevois, Classe d'industrie, Société helvétique des Sciences naturelles, Société des Sciences théologiques, etc., Thury a été intimément mêlé à la vie intellectuelle de Genève pendant cinquante ans. Ses rapports avec la culture germanique ont été très faibles, car il ne connaissait pas l'allemand, ce qu'il nous a souvent dit vivement regretter. En revanche, il avait eu jadis de nombreux rapports avec le monde scientifique français. Il avait connu personnellement Claude Bernard ; au cours d'un séjour fait à Paris en 1855, où il s'était rendu muni de lettres d'introduction de F. J. Pictet et de Daniel Calladon, il avait fréquenté les laboratoires de Pasteur et de Milne Edwards.

Serviable et généreux toutes les fois que l'on faisait appel à son cœur, infiniment bon et dévoué pour les élèves qui travaillaient avec lui et qui avaient recours à son inépuisable obligeance, s'emballant parfois rapidement pour s'apaiser vite et pardonner encore plus vite, d'une extrême délicatesse et d'une bonhommie de l'ancien temps dans ses rapports avec les autres, absolument désintéressé, telle a été la personne si caractéristique de Marc Thury.

Thury, par l'étendue du champ ouvert à sa curiosité par l'extrême diversité de ses travaux, par sa tournure d'esprit largement philosophique, se plaisant aux vastes aperçus, par sa candeur et sa simplicité, rappelle, comme on l'a dit de divers côtés, plusieurs naturalistes genevois du XVIIIe siècle, tels que Huber, Sénebier et surtout Charles Bonnet, qu'il citait fréquemment dans ses leçons. Son caractère s'en éloigne cependant par une particularité que n'avaient pas ces derniers : le goût pour les applications pratiques qui exigent une précision minutieuse dans la technique et une très grande rigueur dans le raisonnement. Les habitudes et l'extérieur de Thury répondaient à l'originalité de l'homme intérieur. De taille moyenne, la chevelure abondante, avec une barbe de patriarche, chargé d'une sacoche pleine de livres, de documents, de matériaux de démonstration pour ses leçons et sous le poids de laquelle il semblait plier, il marchait d'un pas rapide, absorbé en lui-même. Venait-on à l'arrêter, il quittait instantanément l'objet de ses réflexions et ses bons yeux bleus s'animaient pour entrer en relation avec son interlocuteur. Sobre et dur pour lui-même, Thury avait joui au cours de sa longue carrière, à part quelques accès de rhumatisme, d'une excellente santé. Pendant les dernières années de sa vie, il souffrait d'une maladie de cœur à laquelle il a succombé en pleine possession de ses facultés intellectuelles le 17 janvier 1905, dans sa 83me année.

Avec lui a disparu une des figures les plus originales de la science genevoise du dernier demi-siècle.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

septembre, octobre et novembre 1905

(AUTOMNE 1905.)

OBSERVATIONS DIVERSES

Septembre 1905.

Brouillard. — I. *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 14, 15, 16, 20 et 24 à Savatan; les 12, 13, 14, 16, 20, 21, 25, 26 et 29 à Dailly; les 20, 22, 25, 26, 27, 28 et 29 à l'Aiguille. — II. *Brouillard pendant tout le jour* : le 15 à Dailly; les 13, 15, 16 et 21 à l'Aiguille.

Octobre 1905.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 14 à Savatan; les 1, 2, 9, 14, 20 et 21 à Dailly; les 2, 3, 6, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 21, 26 et 31 à l'Aiguille.

Neige sur le sol le 3, le 7, du 20 au 22 et le 25 à Dailly; le 3, du 6 au 11, le 17 et du 20 au 28 à l'Aiguille.

Novembre 1905.

Brouillard. — I. *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 14 à Savatan; les 5, 7, 17, 20, 22, 23, 24 et 30 à Dailly; les 2, 8, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 28 et 30 à l'Aiguille. — II. *Brouillard pendant tout le jour* : le 29 à l'Aiguille.

Neige sur le sol du 14 au 18 à Savatan; les 2 et 3 et du 8 au 30 à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn les 4, 5 et 19 aux quatre stations et le 26 aux trois stations inférieures.

Halo lunaire le 3.

MOIS DE SEPTEMBRE 1905

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	**709.4**	663.4	+13.5	+10.2	72	77	2	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
2	707.1	661.7	12.5	8.5	68	86	7	5	7	....	....	....	....	0.8	....	....	....
3	707.4	661.7	13.8	12.0	86	66	9	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
4	709.0	**663.5**	16.6	13.4	71	68	6	3	5	....	....	....	....	....	....	....	....
5	708.5	663.2	16.6	15.2	74	62	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	705.4	660.7	18.4	15.2	67	64	4	6	4	....	....	....	....	....	....	....	....
7	704.0	659.3	**20.7**	16.7	**56**	52	1	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
8	707.3	661.7	15.8	13.0	83	68	6	6	8	4.5	....	3.2	....	4.7	....	5.0	....
9	708.0	663.3	15.2	11.7	79	84	4	7	5	....	....	....	....	....	....	....	....
10	706.9	662.6	16.8	14.5	71	62	2	1	3	....	....	....	....	....	....	....	....
11	706.7	662.2	18.3	**17.2**	61	**49**	0	3	2	3.0	....	3.1	....	2.8	....	2.5	....
12	707.4	663.1	16.5	13.2	78	79	8	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
13	708.7	663.1	14.7	11.8	95	93	10	10	10	**16.5**	....	**16.2**	....	14.9	....	15.2	....
14	705.2	659.6	13.1	10.8	100	97	10	10	10	13.0	....	**16.2**	....	15.1	....	17.2	....
15	703.8	658.4	11.2	9.3	98	99	10	10	10	6.0	....	8 4	....	7.2	....	6.8	....
16	707.0	660.5	10.7	8.3	99	97	8	9	10	10.0	....	12.1	....	13.9	....	13.5	....
17	707.6	662.1	12.9	11.3	85	66	4	4	4	0.5	....	1.0	....	10.0	....	12.4	....
18	703.9	658.7	14.4	12.9	83	62	4	6	4	3.0	....	4.0	....	5.0	....	0.7	....
19	702.2	657.2	14.0	10.8	77	72	6	6	6	13.0	....	15.6	....	19.2	....	21.0	....
20	703.4	658.2	10.5	7.2	100	98	10	10	10	10.5	....	14.2	....	**28.0**	....	**27.0**	....
21	704.2	658.4	10.3	7.1	90	100	10	9	10	3.0	...	1.2	....	5.7	....	6 5	....
22	701.8	657.3	12.5	8.7	73	85	5	6	6	....	....	....	....	....	....	0.2	....
23	698.0	653.1	12.7	9.9	77	76	1	5	5	1.5	....	2.3	....	1.7	....	3.4	....
24	**697.4**	**652.4**	12.0	8.9	94	80	10	9	10	4.5	....	3.8	....	3.8	....	3.2	....
25	699.8	654.5	11.5	7.0	89	97	10	8	10	2.1	...	2.0	....	2.4	....	2.8	....
26	700.5	655.2	11.6	8.1	87	80	9	8	10	8.5	....	8.0	....	9.7	....	9.4	....
27	699.2	654.3	**10.1**	**5.9**	86	92	9	6	9	....	....	0.4	....	0.3	....	0.6	....
28	698.6	653.0	10.7	7.7	82	75	6	6	6	1.5	...	0.6	....	0.4	....	....	....
29	700.8	655.5	11.7	7.4	76	83	5	3	5	12.0	....	12.5	....	14 6	....	13.2	....
30	702.6	656.9	11.8	7.3	77	73	2	4	2	0.4	....	....	....	0.3	....	0.3	....
MOIS	704.39	659.16	+ 13.70	+ 10.71	81	78	6.0	6.0	6.3	113.5	....	124.8	....	160.5	....	160.9	....

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1905

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	707.42	707.07	707.41	707.30	662.15	662.06	662.11	662.11
2me » ...	705.36	705.31	706.08	705.59	660.44	660.25	660.25	660.31
3me » ...	700.39	700.24	700.24	700.29	655.12	655.03	655.05	655.07
Mois..	704.39	704.21	704.58	704.39	659.24	659.11	659.13	659.16

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+13.84	+17.92	+16.20	+15.99	+12.8	+20.2
2me » ...	12.45	15.14	13.30	13.63	11.9	16.3
3me » ...	10.42	12.98	11.06	11.49	9.4	13.9
Mois..	12.24	15.35	13.52	13.70	11.4	16.8
	Dailly					
1re décade...	+11.21	+15.02	+12.90	+13.04	+ 9.4	+16.6
2me » ...	10.36	12.88	10.61	11.28	8.5	14.1
3me » ...	6.60	9.52	7.27	7.80	5.4	10.5
Mois..	9.39	12.47	10.26	10.71	7.8	13.7

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	78	71	69	73	73	66	68	69
2me » ...	91	82	90	88	84	77	83	81
3me » ...	90	77	82	83	91	77	83	84
Mois..	86	77	80	81	83	73	78	78

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	3.9	4.7	3.9	4.2	3.5	4.7	3.5	3.9	4.2	5.2	3.8	4.4
2me » ...	6.9	6.9	7.4	7.1	6.7	7.2	8.7	7.5	6.5	6.3	8.9	7.2
3me » ...	5.7	7.5	7.1	6.8	6.8	7.6	5.3	6.6	6.9	7.4	7.2	7.2
Mois..	5.5	6.4	6.1	6.0	5.7	6.5	5.8	6.0	5.9	6.3	6.6	6.3

MOIS D'OCTOBRE 1905

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromét. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromét. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	700.6	655.0	+ 7.9	+ 5.4	94	93	9	10	10	5.0	....	6.6	....	10.1	....	8.9	....
2	699.2	653.4	6.0	2.7	85	97	10	10	10	8.0	....	6.6	....	6.1	1	5.5	5
3	701.5	655.3	3.9	0.7	90	98	10	10	10	5.0	....	4.5	....	1.7	....	2.2	....
4	702.6	656.6	7.3	**6.3**	60	50	7	7	6	....	....	0.1	....	0.1	....	0.3	....
5	698.4	653.8	**8.9**	5.4	72	90	8	9	8	8.0	....	9.2	....	9.3	....	7.8	1
6	705.0	658.0	4.1	0.8	85	96	9	8	10	5.0	....	4.2	....	6.4	1	2.0	3
7	708.6	661.8	4.9	1.2	61	87	1	2	2	0.1	....	....	....	0.3	....	0.8	1
8	708.9	661.9	5.7	1.9	77	93	9	8	10	2.6	....	1.8	....	2.1	....	0.7	1
9	710.1	662.7	4.7	2.1	88	97	9	8	8	**25.4**	....	**24.0**	....	**26.4**	....	**21.5**	6
10	705.2	658.5	4.7	1.6	78	100	6	8	10	....	....	1.0	....	1.7	....	1.4	1
11	704.6	657.5	6.1	0.5	68	90	5	7	6	....	....	....	....	....	....	....	....
12	707.6	660.5	4.4	0.8	76	98	5	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
13	706.7	660.0	6.0	2.8	72	93	3	4	4	1.3	....	1.8	....	3.5	....	1.8	....
14	704.5	656.9	4.3	1.7	88	99	9	8	10	6.0	....	6.3	....	4.2	....	4 2	....
15	702.1	655.7	5.2	1.5	70	93	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
16	698.6	**651.6**	7.8	2.7	83	100	7	6	7	3.4	....	3.8	....	5.4	....	4.0	1
17	702.8	655.6	3.1	+ 1.1	88	100	9	10	5	....	....	0.1	....	....	....	....	....
18	704.9	657.6	3.6	0.0	72	99	6	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
19	704.8	657.5	4.1	+ 2.3	69	77	0	3	3	4.4	....	4.1	....	5.4	**3**	5.2	**8**
20	701.3	653.8	1.9	- 1.0	**97**	100	10	10	10	7.2	....	5.6	....	5.9	2	5.6	6
21	702.1	654.2	2.0	- 2.2	83	100	8	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	703.0	654.4	2.1	- 2.3	65	98	2	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
23	704.2	656.6	2.3	- 0.9	64	84	0	0	1	...	....	....	....	....	....	....	....
24	703.3	655.8	1.8	- 1.2	71	88	7	6	7	....	....	0.1	....	0.2	1	0.2	1
25	700.3	652.8	**0.9**	- 1.5	86	99	10	10	10	....	....	....	....	....	....	....	....
26	705.9	658.0	1.1	- **3.3**	67	98	6	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
27	**711.5**	**664.3**	1.3	- 0.2	60	63	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
28	709.4	661.8	4.7	+ 4.0	54	44	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
29	702.9	657.2	5.3	5.8	50	**38**	2	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
30	698.5	653.5	8.1	5.4	**46**	51	9	8	9	3.4	....	2.4	....	2.2	....	0.1	....
31	**697.8**	652.2	7.3	4.2	69	89	4	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	703.77	656.91	+ 4.56	+ 1.56	74	87	5.8	6.1	6.2	84.8	....	82.2	....	91.0	8	72.2	34

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1905

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	703.87	703.71	704.51	704.03	657.57	657.58	657.94	657.70
2me » ...	703.98	703.57	703.81	703.79	656.79	656.80	656.38	656.66
3me » ...	703.60	703.29	703.69	703.53	656.51	656.33	656.47	656.44
Mois..	703.81	703.51	703.99	703.77	656.94	656.88	656.92	656.91

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+ 4.96	+ 7.14	+ 5.29	+ 5.80	+ 3.9	+ 9.0
2me » ...	3.32	6.08	4.52	4.64	2.1	7.2
3me » ...	1.09	5.20	3.78	3.36	0.8	6.5
Mois..	3.06	6.11	4.51	4.56	2.2	7.5

	Dailly					
1re décade...	+ 2.12	+ 4.03	+ 2.29	+ 2.81	- 0.1	+ 6.1
2me » ...	- 0.15	2.71	1.16	1.24	- 2.0	4.8
3me » ...	- 1.00	2.86	0.27	0.71	- 2.8	3.7
Mois..	+ 0.28	3.19	1.21	1.56	- 1.7	4.8

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	83	73	81	79	92	88	91	90
2me » ...	90	70	75	78	99	89	97	95
3me » ...	74	60	62	65	83	71	79	78
Mois..	82	67	72	74	91	82	89	87

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	8.7	7.7	7.3	7.9	8.9	7.8	7.6	8.1	9.0	7.8	8.2	8.3
2me » ...	5.5	4.8	5.7	5.3	5.2	6.0	6.8	6.0	4.0	6.4	7.2	5.9
3me » ...	5.6	4.9	2.5	4.4	5.0	5.6	2.4	4.4	5.5	5.4	2.5	4.5
Mois..	6.6	5.8	5.1	5.8	6.3	6.5	5.5	6.1	6.1	6.5	5.8	6.2

MOIS DE NOVEMBRE 1905

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	693.1	647.9	+ 8.5	+ 5.3	50	52	5	4	2	4.6	....	5.6	....	7.9	2	6.3	5
2	694.0	648.1	3.6	0.7	97	100	10	7	8	4.5	....	4.0	....	2.6	1	3.0	....
3	702.1	655.4	5.9	2.4	55	70	2	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
4	699.0	654.6	12.0	7.3	33	49	8	7	9	....	....	....	....	....	....	....	....
5	690.6	646.2	**13.7**	**9.3**	53	67	7	4	10	9.5	....	13.3	....	16.9	5	6.3	5
6	695.7	649.8	6.1	3.6	69	79	6	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
7	698.2	651.4	4.1	+ 1.8	83	83	10	8	10	6.5	....	6.4	....	4.9	2	4.9	7
8	701.5	655.0	3.8	0.0	88	100	9	10	9	13.0	....	11.7	....	16.9	**15**	**14.3**	**20**
9	705.1	658.2	1.5	- 1.2	89	100	8	8	9	2.0	....	0.9	....	1.4	1	2.0	3
10	705.8	658.7	1.9	- 1.3	63	83	2	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
11	700.2	652.7	2.1	- 0.2	65	69	4	7	7	17.6	....	14.4	2	7.2	1	4.6	5
12	693.0	643.8	3.5	+ 1.4	78	94	8	10	10	8.2	....	5.8	....	4.3	2	3.8	6
13	**685.7**	**639.7**	2.7	- 0.5	87	98	6	8	9	7.4	....	7.3	**6**	7.2	9	3.2	10
14	686.7	640.5	0.7	- 1.1	100	100	8	10	10	4.1	....	4.1	....	3.6	5	4.1	1
15	689.0	642.7	+ 1.9	- 1.1	75	90	5	5	7	0.5	....	0.2	....	2.2	1	1.1	2
16	692.0	645.1	- 0.3	- 3.7	97	100	10	10	10	4.6	....	3.4	2	**18.9**	11	11.1	15
17	704.8	656.4	**- 0.8**	**- 4.1**	90	95	8	7	9	0.6	....	....	....	0.2	1	0.2	1
18	703.7	655.5	+ 2.1	- 1.8	49	69	9	8	10	0.1	....	0.3	....	....	....	....	....
19	704.3	650.2	8.9	+ 4.5	59	70	10	9	10	3.3	....	3.4	....	3.8	....	2.5	....
20	702.1	655.9	2.8	0.2	94	100	7	7	7	5.5	....	6.3	....	8.9	6	5.4	8
21	706.6	659.6	2.5	+ 0.9	83	78	4	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
22	**707.9**	**660.1**	2.1	- 0.5	77	97	8	8	8	....	....	....	....	....	....	....	....
23	703.8	658.1	2.5	0.0	72	83	8	7	10	2.6	....	2.7	....	3.2	....	0.2	1
24	701.6	655.2	4.5	+ 1.0	83	100	7	6	7	....	....	....	....	....	....	....	....
25	703.2	655.8	3.3	0.2	56	72	0	1	3	....	....	....	....	0.2	....	....	....
26	701.5	655.3	8.1	6.5	**32**	**37**	4	3	4	1.5	....	1.5	....	1.9	....	3.5	4
27	702.3	655.8	4.1	2.2	92	100	9	9	9	**18.0**	....	**17.0**	....	14.6	5	13.4	14
28	701.5	653.7	4.3	+ 0.5	92	100	8	8	9	....	....	....	....	0.1	....	0.2	....
29	698.4	651.4	2.2	- 0.9	99	100	10	10	10	2.7	....	3.9	....	7.4	3	6.9	4
30	704.7	657.2	1.9	- 1.5	89	100	10	7	8	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	698.93	652.34	+ 4.01	+ 1.00	75	84	6.9	6.7	7.6	116.8	....	112.2	10	134.3	70	97.0	111

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1905

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	698.60	698.59	698.34	698.51	652.60	652.71	652.33	652.55
2me » ...	694.79	695.35	695.30	695.15	648.23	648.05	648.50	648.26
3me » ...	703.43	703.02	702.98	703.14	656.63	656.25	655.78	656.22
Mois..	698.94	698.98	698.87	698.93	652.48	652.33	652.20	652.34

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+ 4.76	+ 7.50	+ 6.06	+ 6.11	+ 3.3	+ 9.2
2me » ...	1.50	3.16	2.46	2.37	0.0	5.1
3me » ...	2.42	4.45	3.82	3.56	1.6	5.2
Mois..	2.89	5.04	4.11	4.01	1.6	6.5
	Dailly					
1re décade...	+ 1.73	+ 4.14	+ 2.53	+ 2.80	- 0.9	+ 6.2
2me » ...	- 1.31	0.19	- 0.77	- 0.63	- 4.0	1.4
3me » ...	- 0.03	1.83	+ 0.70	+ 0.83	- 1.8	2.9
Mois..	+ 0.13	+ 2.05	+ 0.82	+ 1.00	- 2.2	3.5

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	71	67	66	68	80	76	79	78
2me » ...	82	77	80	80	88	85	92	88
3me » ...	79	76	77	77	91	88	81	87
Mois..	77	73	75	75	86	83	84	84

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.6	6.5	6.7	6.6	5.7	7.5	4.0	5.7	7.0	6.6	6.3	6.6
2me » ...	7.9	8.7	5.6	7.4	7.9	8.4	7.9	8.1	8.8	9.0	9.0	8.9
3me » ...	8.4	5.3	6.7	6.8	7.7	5.3	5.9	6.3	7.6	7 6	6.8	7.3
Mois..	7.6	6.8	6.3	6.9	7.1	7.1	5.9	6.7	7.8	7.7	7.4	7.6

SOCIÉTÉ SUISSE DE CHIMIE

Séance du 24 février 1906, à Berne.

E. Nœlting. L'industrie des matières colorantes azoïques. — Bach. Influence de la peroxydase sur la fermentation alcoolique. — Kehrmann et Gottrau. Constitution des colorants azoxiniques. — Rupe. La carvone. — Bistrzycki. Condensation de l'acide benzilique avec les hydrocarbures aromatiques. — Cantoni, Chautems et Meaglia. Méthode de Parker pour le dosage du cuivre. — Amann. Réfraction des liquides physiologiques. — Berl. Procédé des chambres de plomb. — St. von Kostanecki. Colorants tirant sur mordants.

La Société suisse de Chimie s'est réunie pour la seconde fois en séance extraordinaire d'hiver, le 24 février dernier, à Berne. Elle y a reçu le plus chaleureux accueil des autorités cantonales, des professeurs de l'Université et de la Société chimique bernoise. La réussite de cette réunion a été aussi complète que celle de l'année précédente à Neuchâtel, grâce surtout au talent et au dévouement avec lesquels M. le prof. de Kostanecki l'avait organisée.

Le programme comportait une séance dans le grand amphithéâtre de chimie de l'Université, suivie d'un banquet à l'Hôtel Schweizerhof. Une quarantaine de membres de la Société, entourés de nombreux amis bernois, y ont participé.

Dans la séance, présidée par M. le prof. Amé Pictet, puis par M. le prof. A. Tschirch, il a d'abord été pris quelques décisions d'ordre administratif. La discussion d'une proposition de M. le Dr Nourrisson, tendant à augmenter le nombre des membres du Comité, a été renvoyée à la séance ordinaire de 1907, où il devra être procédé au renouvellement du dit Comité. Une proposition de M. le prof. Billeter, concernant le prix Schläfli, sera également portée à l'ordre du jour de la prochaine séance ordinaire.

L'assemblée a ensuite entendu une très intéressante

conférence de M. le prof. Nœlting sur les colorants azoïques, et plusieurs communications scientifiques, dont nous allons donner le résumé.

M. le prof. E. Nœlting (Mulhouse) donne un aperçu historique du *développement de l'industrie des matières colorantes azoïques* et plus particulièrement de celles qui se fixent sur les fibres textiles au moyen des mordants métalliques.

Le premier colorant azoïque fut l'*aminoazobenzène*, découvert en 1862 par Griess. Vu son instabilité aux acides, il n'eut pas d'application industrielle, et ce ne fut qu'en 1878 que, sous forme d'acide sulfonique, il s'introduisit largement dans l'industrie. Le *Brun Bismarck* suivit en 1863. Puis il y eut un long intervalle stérile jusqu'à ce que parût en 1876 la *Chrysoïdine* de Witt. En cette même année viennent les premiers *Orangés acides*, trouvés simultanément en partie par Witt, en partie par Roussin, de la maison Poirrier. Vinrent ensuite les *Rouges solides* de la Badische, les *Ponceaux* de Hœchst (1877), les *Ecarlates de Biebrich*, de Nietzki et les *Crocéines* (1879-81), enfin, vers 1885, les *Noirs-Napthols*. Le domaine des colorants azoïques acides ne fait depuis ce temps qu'augmenter continuellement en étendue et en importance. En 1884 furent trouvées les matières substantives pour coton, dérivées de la benzidine et de ses analogues, qui ont révolutionné la teinture des fibres végétales. Dans cette voie, on continue aussi à travailler continuellement, et chaque année apporte son contingent de nouveautés intéressantes.

Les azoïques acides, si importants comme colorants directs pour la soie et la laine, sont impropres à la teinture du coton mordancé et ne montrent pas non plus sur laine la solidité des couleurs d'alizarine fixées au moyen des mordants métalliques.

A partir de 1883-84 commencèrent les essais de préparation de colorants à mordants, dont le *jaune d'alizarine* de Nietzki (métanitraniline-azo-salicylique) fut le premier représentant adopté largement par l'industrie. L'acide

salicylique et l'acide aminosalicylique ont depuis ce temps acquis une importance énorme dans la manufacture des azoïques.

Les *chromotropes*, en 1890, inaugurèrent la série des matières colorantes développées par un chromatage après teinture, et à partir de 1896-98 environ, les matières colorantes chromatables, dérivées des ortho-aminophénols, forment le sujet d'études approfondies qui se sont poursuivies jusqu'à ce jour d'une façon ininterrompue de la part de toutes les fabriques de matières colorantes.

L'orateur résume enfin les caractéristiques des matières colorantes azoïques à mordants de la manière suivante, conforme aux règles établies depuis longtemps par Kostanecki, qui se sont entièrement confirmées. Un colorant azoïque tire sur les mordants métalliques : quand il contient un hydroxyle et un carboxyle en *ortho* (dérivés de l'acide salicylique, du 1.2- et du 2.3- naphtolcarbonique, etc.) ; quand il contient deux ou trois hydroxyles en *ortho* ou en *péri* (dérivés de la pyrocatéchine, du pyrogallol, de la 1.2-, 2.3- ou 1.8- dioxynaphtaline, etc.) ; quand il contient un OH et un NO en *ortho*. Ceci se rapporte aussi bien à la teinture sur coton que sur laine et qu'à l'impression.

Les couleurs azoïques qui changent de teinte et deviennent plus solides par un traitement ultérieur à l'acide chromique, montrent un des signes caractéristiques suivants : Ce sont :

1° Des dérivés paraazoïques de l'α-naphtol.

2° Des dérivés orthoazoïques des acides α-naphtolsulfoniques.

3° Des dérivés de la 1.8-dioxynapthaline et de ses acides sulfoniques.

4° Enfin, et c'est la chose la plus importante, elles dérivent par copulation des dérivés diazoïques des o-aminophénols simples ou substitués et de leurs acides sulfoniques, ainsi que des diaminophénols, avec les phénols et parfois aussi avec les amines.

M. A. Bach (Genève) parle de *l'influence de la peroxydase*

(ferment qui active le peroxyde d'hydrogène) *sur la fermentation alcoolique*. L'auteur a constaté que le système peroxydase + peroxyde d'hydrogène, qui oxyde facilement les phénols, les amines aromatiques, etc., n'attaque point le sucre, ni l'alcool, dans les conditions étudiées jusqu'à présent. Dans l'attente que le résultat serait autre en faisant intervenir l'oxydant au moment où le sucre serait en voie d'être transformé par le ferment alcoolique, il a soumis une solution de sucre de canne à l'action combinée de la zymine de Buchner, de la peroxydase et du peroxyde d'hydrogène. Pour apprécier l'effet de cette action combinée des ferments, il a déterminé : 1° le peroxyde d'hydrogène décomposé par la *catalase* de la zymine ; 2° l'acide carbonique dégagé, et 3° l'acidité totale du liquide fermenté. Quatre expériences ont été faites simultanément et dans des conditions identiques :

I	Peroxydase *active* (0,4^g),	H_2O_2 (1^g), zymine (5^g)	Dans 125 cc. d'une solution à 12 % de saccharose
II	Peroxydase *bouillie* (0,4^g),	H_2O_2 (1^g), zymine (5^g)	
III		H_2O_2 (1^g), zymine (5^g)	
IV		zymine (5^g)	

Voici les résultats obtenus :

	O dégagé	CO_2 formé	Acidité totale
	cc.	cc.	cc. $\frac{n}{10}$ NaOH
I	304	184.5	162.5
II	300	482.2	168.3
III	310	492.5	166.7
IV	—	486.3	164.6

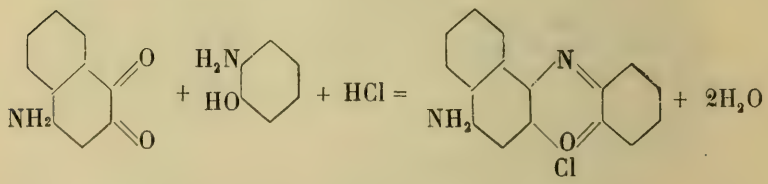
Il résulte de ces expériences : 1° que la catalase de la levûre décompose instantanément le peroxyde avec mise en liberté d'oxygène moléculaire et l'empêche d'exercer toute action oxydante ; 2° que la peroxydase active retarde notablement la fermentation alcoolique, tandis que la peroxydase bouillie et le peroxyde sont sans action sur celle-ci, et 3° que la peroxydase n'a pas d'influence sur l'acidité du liquide fermenté.

Dans d'autres expériences, M. Bach a constaté que l'ac-

tion retardatrice de la peroxydase active variait avec les préparations de peroxydase et de zymine. Le dosage de la catalase, au début et à la fin de l'opération, a révélé en outre le fait intéressant que la peroxydase active diminue le pouvoir catalytique de la zymine exactement dans les mêmes proportions que son pouvoir de dédoubler le sucre en alcool et acide carbonique. Il semble donc exister une connexité entre l'action de la catalase et celle du ferment alcoolique.

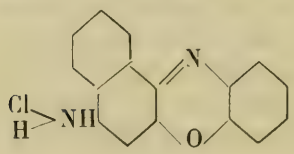
Les recherches sont poursuivies.

M. le Dr F. Kehrmann (Genève). *Constitution des colorants azoxiniques* (en collaboration avec M. H. de Gottrau). — L'*o*-aminophénol se condense avec la 4-amino-1,2-naphtoquinone, en présence des acides minéraux, selon l'équation suivante :

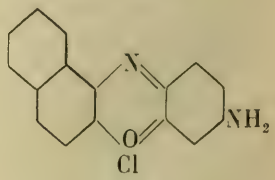


I

Le produit est de couleur jaune-orangé, se dissout facilement dans l'eau avec une fluorescence verte et teint en brun-jaune le coton mordancé au tannin. Comme il fournit un dérivé acétylé basique de couleur rouge-fuchsine et qu'il ne se laisse pas diazoter, peut-être lui revient-il plutôt la formule paraquinoïdique II, tandis que le composé acétylé dériverait seul de la forme orthoquinoïdique I.



II



III

En revanche, le chlorure rouge-fuchsine obtenu par Niezki[1] en condensant la quinone-dichlorimide avec le β-naphtol possède très probablement la formule orthoquinoïdique III, vu qu'il se laisse aisément diazoter et que son dérivé acétylé est plus jaune que la base elle-même. Il fournit très facilement, sous l'action des amines ou de l'oxygène de l'air, des produits de substitution par remplacement de l'hydrogène situé dans le noyau naphtalique en *para* par rapport à l'azote.

L'isomère de M. Kehrmann ne fournit aucune réaction de ce genre, ce qui montre que les règles qu'il a établies[2] pour la migration des doubles liaisons orthoquinoïdiques chez les composés de l'azonium, sont aussi valables pour les composés de l'azoxonium.

M. le prof. H. Rupe (Bâle). *Contributions à la connaissance de la carvone.* — La carvone donne avec l'iodure de méthylmagnésium un hydrocarbure de la formule $C_{11}H_{16}$. D'après son pouvoir réfringeant, celui-ci renferme trois doubles liaisons; il fournit avec l'acide ferricyanhydrique un composé cristallin et n'est pas réduit par le sodium et l'alcool amylique. A côté de cet hydrocarbure, il se forme dans cette même réaction la *méthyldihydrocarvone*, peut-être sous deux formes isomériques.

Lorsqu'on agite la dihydrocarvone avec de l'acide sulfurique à 40 %, on obtient la *8-hydroxy-tétrahydrocarvone*.

A côté de la semicarbazone de la carvone déjà connue et fusible à 162°, l'auteur en a découvert une seconde qui fond à 142°; il a comparé les deux isomères au point de vue de leurs caractères cristallographiques et optiques.

M. le prof. A. Bistrzycki (Fribourg). *Nouvelles observations sur la condensation de l'acide benzilique avec les hydrocarbures aromatiques.* — Lorsqu'on chauffe l'acide benzilique avec le toluène en présence de tétrachlorure d'étain,

[1] *Berichte* **21**. 1744 (1888).
[2] *Berichte* **31**. 977 (1898).

on obtient assez nettement l'acide p-méthyl-triphénylacétique[1]. L'éthylbenzène fournit, ainsi que l'auteur l'a établi récemment en collaboration avec M. Mauron, non-seulement l'acide p-éthyl-triphénylacétique correspondant, mais aussi une quantité notable d'*acide diphénylacétique*. Ce dernier prend seul naissance lorsqu'on opère en solution benzénique ou chloroformique bouillantes. L'acide benzilique, condensé avec le benzène seul à l'aide du tétrachlorure d'étain, donne l'acide triphénylacétique. Les deux propylbenzènes se comportent, chose curieuse, d'une manière différente; tandis que le propylbenzène normal, traité par l'acide benzilique et le tétrachlorure d'étain en solution benzénique, fournit l'acide p-propyltriphénylacétique, le cumol ne donne, dans les mêmes conditions, que l'acide diphénylacétique. Le mécanisme de la réaction qui donne naissance à l'acide diphénylacétique n'est pas encore expliqué. Tous les acides triphénylacétiques substitués se décomposent avec dégagement d'oxyde de carbone lorsqu'on les dissout dans l'acide sulfurique concentré. L'auteur démontre cette réaction avec l'acide p-oxytriphénylacétique.

M. H. Cantoni (Genève). *Sur la méthode de Parker pour le dosage du cuivre* (travail fait en collaboration avec MM. J. Chautens et L. Meaglia).

La méthode de Parker est basée sur la décoloration, par le cyanure de potassium, d'une solution ammoniacale d'un sel de cuivre. On sait depuis longtemps qu'en présence de quantités variables d'ammoniaque et de sels ammoniacaux, on trouve des résultats différents, mais on n'avait pas encore étudié d'une façon systématique les variations dues à ces corps. C'est ce que nous avons entrepris de faire. On sait, d'autre part, que le temps employé à la titration a une certaine influence; afin que les variations observées ne pussent être attribuées qu'à l'action des sels mis en présence, nous avons effectué toutes les titrations dans des conditions de concentration identiques pour le sel de cuivre et dans des temps égaux.

[1] Bistrzycki et Wehrbein, *Berichte* **34**. 3079 (1901).

Nous avons fait un grand nombre de titrations d'une solution ammoniacale de sulfate, puis de nitrate de cuivre, en présence de quantités croissantes d'ammoniaque, puis de quantités fixes d'ammoniaque, mais croissantes de sels ammoniacaux (sulfate, nitrate et chlorhydrate). Dans tous les cas, la quantité de cyanure de potassium nécessaire à la décoloration augmente d'abord fortement, puis tend vers une constante.

Nous avons répété la même série de titrations en remplaçant la solution ammoniacale par une solution alcaline de cuivre dans laquelle ce dernier était maintenu en solution au moyen du sel de Seignette; l'ammoniaque était remplacée par le bicarbonate de soude, et les sels ammoniacaux par les sels de soude correspondants. Nous avons alors constaté que la présence de sulfate de soude et de chlorure de sodium, en quantités variables, n'a aucune action sur la quantité de cyanure de potassium nécessaire; il n'en est pas de même du nitrate de soude.

Nous avons, de plus, effectué quelques essais avec des solutions alcalines de cuivre en présence de citrates ou de glycérine. Les résultats obtenus nous conduisent à modifier la méthode de la façon suivante :

A) *Fixation du titre de la solution de cyanure de potassium.*— Prendre un poids connu de cuivre pur, le dissoudre dans quelques gouttes d'acide nitrique; évaporer en présence d'acide sulfurique jusqu'à élimination complète de l'acide nitrique; porter à un volume connu, de façon à avoir environ 2 gr. de cuivre par litre. Prendre pour la titration 25 cm^3 par exemple; neutraliser la plus grande partie de l'excès d'acide par la soude, puis ajouter goutte à goutte du bicarbonate de soude jusqu'à précipitation complète; redissoudre le précipité en ajoutant goutte à goutte la solution de sel de Seignette; porter, avec de l'eau, à un volume connu, 100 cm^3, par exemple, de façon à avoir toujours sensiblement la même concentration quant au sel de cuivre; puis effectuer la titration.

B) *Dosage du cuivre.* — Précipiter le cuivre de sa solution par le zinc ou le cadmium, le laver, le redissoudre

dans l'acide nitrique, évaporer avec l'acide sulfurique, porter à un volume connu tel qu'une prise de 25 cm³ contienne sensiblement la même quantité de cuivre que dans le cas de la fixation du titre, et opérer ensuite comme pour la détermination du titre.

M. le Dr J. Amann (Lausanne). *La réfraction des liquides physiologiques.* — L'étude des propriétés physico-chimiques des liquides physiologiques (sang, urine, sueur, larmes, exsudats et transsudats divers) a porté jusqu'ici principalement sur leur concentration osmotique, déterminée par l'abaissement du point de congélation, et sur leur concentration électrolytique, mesurée par la conductibilité. Les autres propriétés, telles que la tension superficielle, la viscosité et la réfraction, ont été beaucoup moins étudiées.

On peut faire à la méthode cryoscopique les deux objections fondamentales suivantes :

1° Par leur refroidissement au point de congélation, les liquides physiologiques sont plus ou moins profondément modifiés (séparation et précipitation de certains constituants moins solubles à froid). De ce chef, les résultats obtenus ne sont pas directement applicables aux liquides tels qu'ils existent dans l'organisme.

2° Les corps à poids moléculaire élevé n'exercent qu'une action très faible ou même pratiquement nulle sur l'abaissement du point de congélation, de telle sorte qu'ils échappent presque complètement à cette méthode. Comme, dans la règle, les liquides physiologiques représentent des solutions très complexes, qui contiennent de très faibles proportions d'un grand nombre de corps, dont beaucoup ont des poids moléculaires considérables, il en résulte que la constante cryoscopique de ces liquides ne dépend, en définitive, que des constituants inorganiques ou organiques principaux (sels, urée) à faible poids moléculaire.

Or, au point de vue de la chimie pathologique, ce sont précisément les corps négligés, à grosses molécules, qui sont intéressants et que l'analyse chimique est souvent impuissante à déceler et à doser.

Il est par conséquent désirable d'étudier ces liquides au

point de vue de propriétés physico-chimiques plus sensibles que la pression osmotique aux faibles différences de composition. La *réfraction*, qui peut être très facilement et très exactement mesurée au moyen du réfractomètre à immersion de la maison Zeiss, à Iéna, remplit cette condition. Il est facile d'obtenir en quelques minutes, au moyen de cet instrument, l'indice de l'urine, par exemple, avec 5 décimales exactes. L'indice de réfraction variant rapidement avec la température, il est désirable de s'affranchir de l'influence de ce facteur variable, ce qui peut s'obtenir, *en première approximation*, en considérant, non point l'indice n lui-même, mais la différence δn des indices de l'urine et de l'eau mesurés dans les mêmes conditions de température, ce qui est, dans la règle, facilement réalisable.

Un avantage pratique très appréciable de cette méthode d'étude est de ne nécessiter qu'une très faible quantité de liquide, une seule goutte suffisant.

Depuis plusieurs années, j'ai fait plusieurs centaines de mesures d'urines normales et pathologiques. Les résultats de ces mesures seront publiés ailleurs ; voici la conclusion que je désire présenter aujourd'hui :

A. *La valence quotidienne de réfraction*, obtenue en multipliant la différence δn des indices de l'urine et de l'eau par le volume de l'urine émise en 24 heures (exprimé en centimètres cubes), nous fournit une mesure précise de la *dépuration urinaire*, ou autrement dit de la *capacité fonctionnelle du rein*. Cette mesure est abaissée dans une foule d'états pathologiques accompagnés ou suivis des phénomènes morbides divers que Bouchard comprend sous le nom générique de *petite urémie* et qui sont sous la dépendance directe de cette insuffisance de la dépuration urinaire.

B. Combinée avec les résultats fournis d'autre part par l'analyse chimique, la différence δn nous permet de déceler et de mesurer le *déchet anormal* des mutations organiques et du métabolisme vital. Ce déchet échappe très souvent totalement à l'analyse chimique, parce qu'il est composé

de corps que celle-ci néglige ou qu'elle est impuissante à caractériser et à doser.

La mesure du déchet anormal par la réfraction se fait en calculant quelle est la part qui revient aux constituants normaux dosés de l'urine (urée, sels) pour la réfraction de celle-ci et en déduisant cette part de la différence δn observée qui représente le *déchet total.* On obtient ainsi la part du *déchet anormal* et sa proportion au déchet total.

Il est remarquable de constater par ce moyen, chez les diabétiques par exemple, la présence d'un déchet anormal considérable, abstraction faite du glucose. A l'état de santé, le déchet anormal qui résulte de l'imperfection de la machine humaine représente le 10 % environ du déchet total.

C. Sous la forme $\frac{NaCl}{\delta n}$, nous avons une valeur analogue (mais inverse) au coefficient $\frac{\Delta}{NaCl}$ de von Koranyi qui mesure la *vitesse de la circulation rénale.* Cette circulation est ralentie dans un certain nombre de maladies; son importance pour le diagnostic et le pronostic des néphrites, maladies du cœur, etc., est considérable.

D. On sait que la réfraction spécifique

$$\frac{n-1}{d} \text{ ou } \frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{1}{d}$$

peut être considérée comme une valeur approchée du *volume spécifique vrai* (Brühl); il en est de même pour la valeur $\frac{\delta n}{\delta d}$, différence des indices solution et eau pure divisée par la différence des densités solution et eau, valeur que j'appelle la *réfraction spécifique différentielle.*

Cette valeur permet de déterminer très facilement le *volume spécifique moyen* :

1° des constituants de l'urine,

2° des matières élaborées,

3° du déchet anormal.

Je renvoie pour plus de détails au mémoire complet qui paraîtra d'autre part, ainsi qu'au compte rendu de la séance de la Société vaudoise de Chimie du 5 mars 1906.

M. le Dr E. Berl (Zurich). *Théorie du procédé des chambres de plomb.* — Dans un travail exécuté avec M. le prof. Lunge, l'auteur a reconnu que l'acide nitrosylsulfurique est capable de fonctionner comme un véritable transporteur d'oxygène. Il se forme comme produit intermédiaire l'*acide sulfonitronique*, qui est très oxydable et est retransformé par le peroxyde d'azote et par l'oxygène en acide nitrosylsulfurique.

Les équations, établies par l'expérience, qui représentent les principales réactions dans les chambres de plomb, sont les suivantes :

1) $2\,SO_5NH + SO_2 + 2\,H_2O = 2\,SO_5NH_2 + H_2SO_4$
(Acide nitrosylsulfurique → Acide sulfonitronique)

2) a) $2\,SO_5NH_2 + O = 2\,SO_5NH + H_2O$
b) $2\,SO_5NH_4 + NO_2 = 2\,SO_5NH + H_2O + NO$

3) $SO_2 + NO_2 + H_2O = SO_5NH_2$

4) $2\,SO_5NH + H_2O = 2\,H_2SO_4 + NO + NO_2$

5) $SO_5NH_2 = H_2SO_4 + NO$

6) $2\,NO + O_2 = 2\,NO_2$

M. le prof. A. Werner (Zurich). *Sur les sels hexamminiques stéréo-isomériques.* — Le phénomène de la stéréo-isomérie a été observé jusqu'ici chez deux types de composés minéraux, renfermant, les uns le radical complexe $\left(M \begin{smallmatrix} A_2 \\ B_2 \end{smallmatrix}\right)$, les autres le radical complexe $\left(M \begin{smallmatrix} A_4 \\ B_2 \end{smallmatrix}\right)$. Les exemples de ce dernier cas ont été fournis par les composés du cobalt, du chrome et du platine; pour les deux premiers de ces métaux, le radical complexe prend la forme $\left(M \begin{smallmatrix} A_4 \\ X_2 \end{smallmatrix}\right)$, pour le platine la forme $\left(Pt \begin{smallmatrix} X_4 \\ B_2 \end{smallmatrix}\right)$, A et B étant des molécules liées par des valences accessoires et X des restes d'acides liés par des valences principales. En faisant varier X dans les radicaux $\left(Co \begin{smallmatrix} X_2 \\ A_4 \end{smallmatrix}\right)$ et $\left(Cr \begin{smallmatrix} X_2 \\ A_4 \end{smallmatrix}\right)$, on a pu prouver que l'iso-

mérie est indépendante de la nature des restes d'acides. Il a paru intéressant de démontrer de plus que l'isomérie peut persister lorsque tous les groupes du radical complexe saturent des valences accessoires et qu'il n'y a plus de restes d'acides en liaison directe avec l'atome métallique. L'auteur a pu donner cette preuve, en collaboration avec M. Ch. Kreutzer, en ce qui concerne les sels hexamminiques du cobalt de la formule $\left[Co\begin{matrix}en_2\\(NH_3)_2\end{matrix}\right]X_3$ (en = éthylène-diamine).

Des représentants de ce groupe de composés avaient déjà été décrits par Bräunlich, qui les avait obtenus par oxydation des sels di-isorhodanato-di-éthylène-diamine-cobaltiques :

$$\left[\begin{matrix}NCS\\Co\ NCS\\en_2\end{matrix}\right]X \longrightarrow \left[\begin{matrix}NH_3\\Co\ NH_3\\en_2\end{matrix}\right]X_3$$

On obtient une série isomérique en faisant agir l'ammoniaque sur les sels di-nitrato-di-éthylène-diamine-cobaltiques :

$$\left[Co\begin{matrix}(NO_3)_2\\en_2\end{matrix}\right]NO_3 + 2\ NH_3 = \left[Co\begin{matrix}(NH_3)_2\\en_2\end{matrix}\right](NO_3)_3$$

Les sels de la nouvelle série diffèrent de ceux de la première par leur très grande solubilité. On a pu obtenir à l'état cristallisé le bromure, l'iodure, le chloroplatinate, le chloraurate et le chlorocobaltate. Ce dernier se distingue déjà par sa couleur verte intense du sel de la première série, qui est brun.

Comme la configuration des composés de Bräunlich doit, grâce à leur relation avec les sels di-isorhodanatiques, correspondre à la forme *cis*, la nouvelle série représente la forme *trans*.

M. le prof. St. von Kostanecki (Berne). *Contribution à la connaissance des colorants tirant sur mordants.*— L'étude des oxyflavonols a mis au jour des faits qui nécessitent l'extension de la théorie de ces colorants, et qui peuvent se résumer comme suit :

1. Les colorants à fonction phénolique se fixent sur mordants métalliques lorsqu'ils renferment le groupe fortement tinctogène $\begin{matrix}OH(1)\\OH(2)\end{matrix}$ ou le groupe faiblement tinctogène $\begin{matrix}O\ \ (1)\\OH(2)\end{matrix}$.

2. De même que deux hydroxyles situés dans la position *péri* peuvent remplir la fonction de deux hydroxyles *ortho*, de même un hydroxyle situé en *péri* par rapport a un oxygène cétonique peut jouer le même rôle qu'un hydroxyle situé en *ortho* par rapport à ce même oxygène :

$\begin{matrix}OH(1)\\OH\ (péri)\end{matrix}$: groupe assez fortement tinctogène.

$\begin{matrix}OH\ (péri)\\O\ \ \ (1)\end{matrix}$: groupe très faiblement tinctogène.

3. La présence d'hydroxyles libres dans la molécule peut conférer à des groupes tinctogènes faibles les caractères de groupes tinctogènes forts.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

H.-W. Schmidt et K. Kurz. Ueber die Radioaktivitæt von Quellen, etc. Sur la radioactivité des sources du Grand-Duché de Hesse et contrées avoisinantes. *Physik. Zeitschr.*, 1906, 7e année, p. 209.

Par l'examen de toutes les sources thermales ou non, d'une région assez étendue, au point de vue de leur radioactivité, les auteurs ont voulu d'abord constater dans quelle mesure des substances radioactives sont répandues partout dans le sol et dans quelle mesure leur présence varie avec la nature du terrain, puis rechercher de quelles substances radioactives, radium ou autres provient l'émanation qui donne aux eaux de source cette propriété. Cette provenance se déduit par la méthode ordinaire de la courbe d'extinction de la radioactivité induite qui a son caractère propre pour chaque substance radioactive, méthode employée par MM. Elster et Geitel et d'autres.

Les auteurs ont étudié de la sorte près de 140 sources. Ils résument comme suit leurs résultats :

1° Presque toutes les eaux de source qui s'échappent du sol entraînent avec elles de l'émanation. Dans la grande majorité cette émanation a les caractères du radium. Dans un petit nombre de cas on a pu déceler l'émanation du thorium.

2° Il ne semble pas que la richesse des eaux en émanation soit en relation avec la profondeur d'où elles viennent, leur débit, leur composition chimique ou leur température.

3° En revanche elle dépend en une large mesure des conditions géologiques : des sources provenant de roches

éruptives sont généralement beaucoup plus actives que celles qui sortent de terrains sédimentaires, surtout de calcaires ou de sables [1].

4° Parmi les 100 et plus des sources étudiées, celles qui se sont montrées le plus actives sont les sources thermales de Nauheim, Münster a. Stein, Kreuznach, Bad Soden i. T. Il s'en faut cependant que toutes les eaux curatives présentent une forte activité, certaines sources de Nauheim, de Vilbel, de Salzhausen, de Weilbach en ont une exceptionnellement faible.

5° Une des sources de Kreuznach montre une radioactivité marquée décelant la présence d'un sel de radium dissout dans l'eau.

6° La plupart des sources douées de la propriété étudiée ici produisent des dépôts solides, substances radioactives contenues dans les limons qu'elles déposent. Parfois on constate les caractères de l'activité du thorium.

Ces recherches confirment donc absolument dans leurs grandes lignes les observations de MM. Curie, Elster et Geitel et des nombreux auteurs qui ont travaillé cette question.

J. Jæger. Die Fortschritte der Kinetischen Gastheorie. *die Wissenschaft*, Heft 12, Friedr. Vieweg u. Sohn, lib.-éd., Braunschweig, 1906.

L'excellente collection de monographies scientifiques entreprise par la maison Fr. Vieweg et fils, de Brunswick, sous l'impulsion du prof. Eilh. Wiedemann, en est arrivée à son N° 12, dans lequel M. J. Jäger, le savant professeur de physique à l'école polytechnique de Vienne, expose les progrès de la théorie cinétique des gaz. Ce cahier se recommande aux mêmes titres que ses devanciers. L'exposé complet, quoique relativement simple, de cette question fondamentale de la physique vient tout particulièrement à point pour les chercheurs portés de plus en plus nombreux

[1] MM. Elster et Geitel avaient déjà fait une constatation analogue.

vers la matérialisation et l'atomisticité de l'électricité par leurs recherches sur l'ionisation des gaz et leur conductibilité électrique. C'est beaucoup ce point de vue qui a guidé l'auteur. Nous n'avons donc pas besoin d'attirer autrement sur ce nouveau volume de la *Wissenschaft* l'attention des lecteurs des *Archives*.

Müller Pouillet. Lehrbuch der Physik und Meteorologie. 10e édition, par Leop. Pfaundler, prof. à l'Université de Graz (vol. I, 2e partie).

Nous avons précédemment rendu compte de la première partie de cet excellent ouvrage, dans lequel les auteurs se sont donné la tâche difficile d'être aussi complets et aussi rigoureux que possible, sans avoir recours à l'emploi des mathématiques supérieures. Cette seconde partie, consacrée à l'acoustique et à l'étude du mouvement vibratoire, présentait à ce point de vue de réelles difficultés. Il est intéressant de constater que les auteurs s'en sont tirés à leur honneur; les efforts tentés pour démontrer la formule fondamentale de la vitesse de propagation d'un mouvement vibratoire $\left(v = \sqrt{\frac{E}{\delta}}\right)$ sans avoir recours aux ressources de l'analyse, sont particulièrement intéressants. En somme, excellent ouvrage, dont la mise au point soignée et consciencieuse rendra de réels services.

C.-E. G.

Iulius Precht. Danger d'explosion du Radium (*Phys. Zeit.*, 7, N° 2, p. 33).

En décembre 1904, l'auteur enferma dans un petit tube de verre dont les parois avaient 0,5 mm. d'épaisseur, du bromure de radium pur, qui avait été pulvérisé et avait perdu une partie de son eau de cristallisation pour avoir été chauffé longtemps à 150°. En novembre 1905, ce tube fut plongé à plusieurs reprises dans l'air liquide, puis ramené à la température ordinaire. Après avoir subi une

variation de température sept fois sans en éprouver de tort, le tube fit explosion, alors qu'il était placé sur une table. La force de l'explosion fut telle que le verre du tube fut réduit en parcelles presque microscopiques, et la plus grande partie du radium fut projetée par terre à plus d'un mètre de la table.

On ne peut guère supposer que ce soit simplement le tube de verre qui ait sauté en raison du brusque changement de température ; on aurait dû, en effet, retrouver des morceaux de verre plus gros, et le verre n'aurait pas été projeté à distance. La mise en poussière du verre prouve que le tube était le siège d'une pression qui, d'après la force des parois du tube, peut être taxée à 20 atmosphères environ. Le radium aurait émis un gaz, — soit émanation, soit hélium, — pendant les onze mois de son séjour dans le tube à une pression d'environ 20 atmosphères. Mme Curie a observé un phénomène semblable. Des recherches quantitatives vont être entreprises sur ce sujet.

E. Wiedemann et B. Wehnelt. Méthode pratique pour la recherche des spectres émis par les vapeurs métalliques dans les tubes a décharge (*Phys. Zeit.*, 6, 21, p. 690).

En se servant comme cathodes de morceaux de platine de quelques cm² de surface, recouverts d'une couche de CaO, BaO ou SrO, et portés au rouge, on peut facilement envoyer à travers des tubes à décharge des courants de plusieurs ampères en employant des tensions relativement faibles (110 à 220 volts). L'anode chauffe tellement avec des courants de cette intensité, que des métaux comme le fer et le platine fondent et se vaporisent même. Les vapeurs métalliques que l'on obtient ainsi deviennent très brillantes sous l'influence du courant qui les traverse et émettent des spectres intenses. Ces spectres, comme des épreuves photographiques l'ont montré, s'étendent dans l'ultraviolet passablement plus loin que les spectres d'induction

des mêmes métaux, ce qui est dû probablement à la température plus élevée des vapeurs. D'après quelques mesures approximatives, il semblerait que les raies des différentes parties de la décharge se rattachent à des séries différentes.

PHYSIOLOGIE

EDW. STAVNTON FAUST. DIE TIERISCHEN GIFTE. 1901. (*Die Wissenschaft*. Heft 91).

L'auteur a présenté dans cette monographie une revue d'ensemble des poisons animaux. Il distingue à ce point de vue les animaux en *actifs* et en *passifs*, les premiers pouvant faire fonctionner à volonté leur appareil venimeux, comme les serpents, les autres contenant dans la substance de leur corps des substances toxiques dont ils ne peuvent faire usage, tels que les cantharides.

Les différents poisons animaux sont étudiés d'après l'ordre zoologique. Dans le premier chapitre, consacré aux mammifères, l'auteur étudie l'adrénaline extraite des glandes surrénales. Le chapitre le plus étendu et le plus intéressant est celui des serpents venimeux, où sont exposées toutes les recherches récentes relatives aux venins et à l'immunisation par le sérum antivenimeux. La bibliographie en est faite avec soin. Dans la classe des amphibies, le venin de crapaud est le sujet d'une étude particulière, l'auteur étant arrivé à isoler à l'état de pureté deux corps différents, la *bufotaline*, le poison le plus actif qui rappelle la digitale dans son action, et la *bufonine*, corps beaucoup moins actif.

L'auteur passe ensuite en revue successivement les poissons venimeux, l'empoisonnement par les moules, les piqûres venimeuses des scorpions, des araignées, des myriapodes, des hyménoptères, les poisons fournis par les coléoptères (*lytta vesicatoria*), les helminthes, etc.

Ce livre est un répertoire utile qui met au courant des travaux récents parus sur ce sujet spécial.

Dr A. D'E.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE MARS 1906

Le 1er, neige à 10 h. du matin et pluie depuis 7 h. du soir; fort vent dans la journée.
2, pluie dans la nuit et depuis 9 h. du soir; fort vent dans la journée.
3. très forte bise depuis 10 h. du matin.
5, très forte gelée blanche le matin.
6, très forte gelée blanche le matin.
7, forte gelée blanche le matin.
8, légère gelée blanche le matin.
9, pluie à 7 h. et à 10 h. du matin; très fort vent pendant toute la journée.
10, fort vent le matin; magnifique couronne lunaire colorée à 7 h. 30 m.
11, très fort vent dans la journée.
12, pluie à 10 h. du matin; pluie et grésil à 5 h. du soir; neige à 10 h. du soir.
13, neige dans la nuit, hauteur 1cm.
14, légère gelée blanche le matin; fort vent dans la journée.
17, rosée le matin.
18, forte gelée blanche le matin.
19, fort vent dans la journée; forte chute de pluie et de grésil à 9 h. 15 m.; pluie à 1 h. et à 10 h. du soir; neige à 9 h. du soir.
20, forte bise à 10 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir; quelques flocons de neige le matin et à 2 h. 40 m. du soir.
22, très forte bise pendant toute la journée; giboulée de neige à 2 h. et à 9 h. du soir.
23, très forte bise pendant toute la journée; neige depuis 1 h. du soir.
24, neige dans la nuit et à 7 h. du matin, hauteur 5cm.
26, forte gelée blanche le matin.
28, forte bise pendant toute la journée.
29, forte bise pendant toute la journée.
30, forte bise pendant toute la journée.
31, forte bise pendant toute la journée.

Hauteur totale de la neige : 6cm tombée en deux jours.

GENÈVE — MARS 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	29.6	30.8	30.1	29.75	+ 3.92	27.3	30.8	SSW. 1	SW. 1	SSW. 2	SSW. 1	12.5	10	10	10	10	....	9.9	5
2	28.3	27.6	28.2	28.01	+ 2.25	26.8	28.9	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 2	14.5	10	10	10	10	....	3.2	5
3	30.8	32.9	35.8	32.39	+ 6.69	28.8	36.3	N. 0	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 2	17.8	7	9	10	6	3.9	....	....
4	37.8	38.4	37.2	37.79	+12.15	36.7	38.5	N. 1	N 1	N. 1	N. 1	8.4	10	4	0	3	6.7	....	....
5	38.2	37.4	38.7	37.88	+12.30	36.6	38.7	S. 0	WSW 1	N. 0	var.	2.9	0	0	0	0	8.6	....	....
6	39.2	38.0	38.4	**38.59**	+13.06	37.4	39.5	S. 0	N. 1	NE. 1	var.	2.5	0	0	0	0	8.8	....	....
7	39.6	38.2	37.5	38.55	**+13.08**	37.0	**39.7**	S. 0	N. 1	N. 0	var.	2.9	0	0	0	0	9.6	....	....
8	36.3	34.6	32.7	34 89	+ 9.48	32.3	37.3	S. 0	SSW 2	S. 0	var.	5.4	7	1	7	4	7.4	1.3	1
9	29.2	28.3	29.4	29.17	+ 3.81	27.9	31.8	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	14.5	10	10	10	10	1.5	7.5	4
10	30.5	30.1	29.1	29.82	+ 4.52	29.0	30.7	SSW. 2	N. 1	N. 1	var.	6.9	10	6	1	6	6.3	....	....
11	26.7	23.3	19.1	23.80	- 1.45	18.5	28.9	S. 1	WSW 2	WSW 2	SSW. 1	11.5	4	6	10	7	7.2	3.0	2
12	14.8	17.6	22.4	18.07	- 7.13	14.0	23.5	SSW. 2	SSW. 2	SW. 1	SSW. 1	12.5	10	10	10	10	....	**11.1**	**7**
13	28.4	28.3	28.3	27.85	+ 2.70	24.5	29.2	E. 1	N. 1	N. 1	N. 1	6.3	9	0	0	2	7.8	....	....
14	26.5	26.6	31.2	27.80	+ 2.70	26.0	32.0	N. 1	WSW 2	WSW 1	SSW. 1	5.4	10	10	10	8	4.5	....	....
15	35.1	35.4	35.9	34.86	+ 9.81	32.9	36.0	S. 0	S. 1	S. 0	calme	1.5	9	10	0	8	0·9	....	....
16	37.4	36.0	35.6	36.26	+11.25	35.2	37.5	SW. 1	SSW. 1	N. 1	var.	5.0	10	5	0	5	4.9	....	....
17	35.4	34.5	33.1	34.60	+ 9.64	32.9	35.5	S. 0	N. 1	N. 1	calme	1.2	3	0	0	1	9.8	....	....
18	30.9	27.4	23.0	27.97	+ 3.05	21.0	32.6	S. 0	N. 1	SW. 0	calme	1.8	0	0	0	0	10.4	....	....
19	16.7	22.0	24.4	21.18	- 3.70	16.5	24.5	SSW. 3	SSW. 2	N. 2	SSW. 2	14.5	9	10	10	8	0.5	4.1	2
20	23.1	22.9	23.4	23.13	- 1.71	22.5	24.1	SE. 0	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	9.4	9	8	7	7	2.0	0.1	....
21	21.4	21.5	21.2	21.37	- 3.44	20.6	22.4	NE. 1	NNE. 1	E. 1	NNE. 1	9.9	10	10	10	10	....	....	....
22	19.7	18.0	16.0	18.35	- 6.42	15.0	20.7	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 3	25.1	10	10	10	10	....	0.1	....
23	10.1	9.2	13.0	**11.44**	**-13.30**	**8.5**	15.0	NNE. 3	NNE. 3	N. 1	NNE. 2	21.9	10	10	10	10	....	3.2	4
24	14.8	14.9	15.8	14.84	- 9.87	13.8	15.9	S. 0	S. 1	S. 0	var.	5.8	10	10	0	10	....	....	....
25	16.0	15.9	16.6	16.12	- 8.56	15.8	17.5	S. 0	WSW 1	SW. 0	var.	4.7	3	7	0	3	8.3	....	....
26	17.3	15.3	13.9	15.81	- 8.84	13.6	17.5	S. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	8.4	1	10	10	7	1.3	....	....
27	16.5	17.0	16.6	16.30	- 8.33	14.7	17.6	S. 0	N. 1	N. 1	N. 1	4.7	6	8	0	4	8.2	....	....
28	17.3	16.9	17.5	17 15	- 7.45	16.0	17.9	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 3	NNE. 3	24.1	10	9	0	6	2.8	....	....
29	19.3	20.0	22.9	20.12	- 4.46	18.2	23.4	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 2	17.8	8	0	1	2	8.9	....	....
30	25.2	26.6	28.9	26.27	+ 1.71	23.4	29.1	NNE. 2	NNE. 4	NNE. 3	NNE. 3	**27.1**	3	2	0	2	10.0	....	....
31	30.5	30.3	31.4	30.25	+ 5.70	29 1	31.7	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	13.7	0	1	0	0	**10.5**	....	....
Mois	26.53	26.33	26.68	26.48	+ 1.45							10.34	6.7	6.0	4.4	5.5	150.8	43.5	30

GENÈVE — MARS 1906

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 2.1	+ 3.6	+ 3.9	+ 2.90	- 0.08	+ 1.3	+ 5.7	67	68	96	77	- 2	65	98	4.0	- 1.4	1295
2	4.9	8.0	7.0	5.94	+ 2.85	3.4	8.6	87	72	85	80	+ 1	68	95	4.0	- 1.5	1285
3	5.1	6.8	3.6	5.34	+ 2.14	3.4	8.8	98	70	58	80	+ 2	53	99	4.1	- 1.4	1345
4	+ 1.4	5.6	3.7	3.41	+ 0.09	+ 0.5	8.0	89	64	90	78	0	50	95	....	.....	1345
5	- 1.0	12.6	5.5	4.09	+ 0.66	- 1.3	16.0	92	52	88	77	- 1	42	97	....	.....	1350
6	0.0	8.9	7.4	5.75	+ 2.20	0.6	12.0	96	64	76	77	- 1	48	98	4.2	- 1.4	1310
7	+ 1.0	11.3	5.9	6.34	+ 2.68	+ 1.0	14.2	89	57	87	76	- 1	50	95	5.0	- 0.7	1340
8	3.1	14.8	9.0	8.66	+ 4.88	1.9	15.5	89	43	71	67	-10	38	90	5.5	- 0.2	1325
9	9.0	10.7	7.5	9.29	**+ 5.39**	7.0	13.1	77	84	61	71	- 6	55	89	5.7	- 0.1	1265
10	5.3	8.6	5.4	6.71	+ 2.69	4.3	11.0	66	45	66	**56**	**-21**	35	85	5.3	- 0.5	1340
11	2.7	15.3	13.4	8.24	+ 4.10	2.5	16.8	86	38	54	59	-17	34	88	....	.....	1315
12	+ 9.4	7.0	2.0	5.90	+ 1.64	+ 1.9	8.0	69	56	74	75	- 1	53	86	5.1	- 0.8	1305
13	- 0.8	2.8	1.5	1.26	- 3.12	- 1.0	5.3	71	46	72	62	-14	30	90	6.0	0.0	1322
14	+ 0.2	7.9	5.6	3.54	- 0.97	- 1.6	10.0	84	37	62	63	-13	35	89	5.8	- 0.2	1320
15	3.1	9.9	6.6	6.13	+ 1.50	+ 2.0	12.0	82	45	74	68	- 7	40	85	5.4	- 0.7	1285
16	6.1	15.9	10.2	**10.01**	+ 5.26	4.5	**17.5**	74	45	76	61	-14	43	80	5.1	- 1.1	1295
17	3.7	11.7	7.0	8.31	+ 3.43	3.7	14.2	87	60	80	72	- 3	48	96	5.0	- 1.2	1255
18	0.8	11.2	10.0	7.01	+ 2.01	+ 0.4	14.4	89	48	61	69	- 6	45	95	....	.....	1245
19	+10.7	3.6	0.3	6.55	+ 1.42	- 0.1	11.0	92	77	96	79	+ 5	65	100	4.5	- 1.8	1205
20	- 0.2	3.6	1.0	1.31	- 3.95	- 0.7	4.9	97	58	79	77	+ 3	45	99	4.6	- 1.8	1200
21	- 0.6	1.2	0.8	0.54	- 4.84	- 1.3	3.0	92	76	79	82	+ 8	61	95	4.7	- 1.8	1190
22	0.0	+ 1.0	+ 0.6	+ 0.55	- 4.96	- 0.2	1.9	78	82	88	82	+ 8	65	96	4.4	- 2.1	1200
23	- 0.2	- 0.3	- 1.0	- 0.48	- 6.12	- 2.2	1.2	85	88	92	89	+16	73	100	4.5	- 2.1	1215
24	- 2.6	0.0	- 2.6	**- 1.68**	**- 7.45**	- 3.2	1.7	96	86	87	**92**	**+19**	80	98	4.3	- 2.4	1170
25	- 3.8	+ 3.0	- 0.6	- 0.92	- 6.82	- 4.3	4.7	95	70	89	88	+15	63	98	...	.....	1145
26	- 4.4	3.8	+ 3.0	+ 0.76	- 5.27	**- 5.0**	5.3	84	52	80	73	0	50	94	5.0	- 1.8	1145
27	+ 0.6	8.4	5.4	4.38	- 1.79	- 0.2	10.5	68	51	76	65	- 8	38	86	4.9	- 2.0	1170
28	+ 2.2	3.2	2.8	3.39	- 2.91	+ 1.9	7.3	80	81	48	66	- 6	45	85	5.1	- 1.9	1130
29	0.0	5.9	3.0	3.10	- 3.33	0.0	8.3	82	30	52	61	-11	**28**	86	5.0	- 2.0	1130
30	+ 0.8	3.2	1.7	2.03	- 4.53	+ 0.3	5.0	68	60	67	66	- 6	48	80	4.8	- 2.3	1125
31	- 0.1	+ 6.0	+ 4.0	+ 3.16	- 3.54	- 0.7	+ 7.6	78	46	58	62	-10	42	81	5.0	- 2.2	1110
Mois	+ 1.90	+ 6.62	+ 4.31	+ 4.24	- 0.36	+ 0.55	+ 9.15	83	60	75	73	- 2			4.70	- 1.42	1249

MOYENNES DE GENÈVE. — MARS 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	33.70	33.72	33.95	34.26	33.63	32.98	33.39	33.83	33.68
2e »	28.15	27.87	27.50	27.65	27.40	26.89	27.39	27.57	27.55
3e »	18.96	18.74	18.91	19.09	18.62	18.33	18.90	19.65	18.91
Mois	26.70	26.52	26.53	26.84	26.33	25.81	26.31	26.78	26.48

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 3.78	+ 3.17	+ 3.09	+ 6.52	+ 9.09	+ 9.82	+ 6.99	+ 5.28	+ 5.84
2e »	+ 4.43	+ 3.60	+ 3.57	+ 6.08	+ 8.89	+ 8.93	+ 5.94	+ 5.17	+ 5.83
3e »	— 0.24	— 0.69	— 0.70	+ 1.43	+ 3.22	+ 4.15	+ 2.72	+ 1.23	+ 1.35
Mois	+ 2.56	+ 1.94	+ 1.90	+ 4.57	+ 6.62	+ 7.52	+ 5.05	+ 3.77	+ 4.24

Fraction de saturation en %.

1re décade	82	82	85	73	62	57	70	81	74
2e »	80	81	83	66	51	52	63	72	68
3e »	82	83	82	74	66	67	71	76	75
Mois	81	82	83	71	60	59	68	76	73

Dans ce mois l'air a été calme 178 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{150}{72} = 2.08$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 5°.8 E.
Son intensité est égale à 39.8 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		726.51
Nébulosité		5.7
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+ 4°.28
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+ 4°.28
Fraction de saturation		73 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	725.03
Nébulosité	(1847-1875).	6.1
Hauteur de pluie	(1826-1875).	47mm.3
Nombre de jours de pluie	(id.).	10
Température moyenne	(id.).	+ 4°.60
Fraction de saturat.	(1849-1875)	75 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	76.7	58.2	50.0	47.6	49.0	45.0	26.0

Station	VERNIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PEPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	35.5	43.5	41.5	34.0	36.1	47.9

Durée totale de l'insolation à Jussy : 138h.2.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE MARS 1906

Le 1er, brouillard et neige.
2, brouillard le soir; neige.
3, très forte bise.
8, neige.
9, neige le matin et à 1 h. du soir.
12, très fort vent le matin; violente bise; brouillard et neige l'après-midi
13, très forte bise; brouillard le matin.
les 14, 15 et 16, très forte bise.
le 15, brouillard le soir.
19, violent vent le matin; très forte bise l'après-midi; neige.
20, très fort vent.
les 21, 22 et 23, fort vent et neige.
les 24, 25 et 26, neige.
le 26, très fort vent; brouillard le soir.
29, forte bise et brouillard l'après-midi.
30, brouillard le matin et forte bise le soir.
31, forte bise le matin.

GRAND SAINT-BERNARD — MARS 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	60.2	62.6	63.4	62.1	+ 2.4	60.0	63.5	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	15.3	**19**
2	63.1	62.7	63.1	63.0	+ 3.3	62.3	63.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	6	10	9	11.2	12
3	64.1	64.9	67.4	65.5	+ 5.8	63.9	68.5	NE. 3	NE. 4	NE. 2	NE. 3	10	5	0	5	....	....
4	70.9	71.3	73.0	71.7	+ 12.0	70.5	73.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
5	73.1	73.5	74.0	73.5	+ 13.8	72.9	74.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
6	73.9	74.3	74.3	**74.2**	+ **14.5**	73.5	74.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
7	73.4	74.6	72.8	73.6	+ 13.9	71.7	**75.0**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
8	70.5	70.2	68.8	69.8	+ 10.1	66.5	71.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	3	1	2.3	3
9	64.7	63.7	62.7	63.7	+ 4.0	62.4	64.9	NE. 1	NE. 1	SW. 3	NE. 1	10	10	10	10	10.0	5
10	62.5	62.8	63.7	63.0	+ 3.3	62.3	63.8	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	10	3	8	....	....
11	63.4	63.4	61.3	62.7	+ 3.0	60.1	63.5	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	2	4	3	3	....	....
12	55.1	52.4	52.0	53.2	− 6.5	51.9	59.8	SW. 3	NE. 3	NE. 4	NE. 3	10	10	10	10	**17.4**	**19**
13	57.0	58.3	59.4	58.2	− 1.5	54.5	60.2	NE. 4	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	1	0	4	....	....
14	59.1	59.5	63.2	60.6	+ 0.9	58.9	65.1	NE. 2	NE. 1	NE. 3	NE. 2	7	2	5	5	1.4	2
15	66.4	68.3	69.8	68.2	+ 8.5	65.9	70.0	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	1	0	10	4	....	....
16	70.2	71.1	71.2	70.8	+ 11.1	70.0	71.5	NE. 4	NE. 2	NE. 2	NE. 3	6	1	3	3	....	....
17	71.4	72.1	71.8	71.8	+ 12.0	71.2	72.4	NE. 2	NE. 1	SW. 1	NE. 1	4	0	0	1	....	....
18	69.5	67.9	64.3	67.2	+ 7.4	63.0	70.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	57.8	55.1	54.2	55.7	− 4.1	54.0	59.1	SW. 4	NE. 2	NE. 5	NE. 3	10	10	10	10	11.4	9
20	53.4	54.1	54.5	54.0	− 5.9	53.1	54.7	NE. 4	NE. 2	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	....	....
21	53.6	53.8	54.3	53.9	− 6.0	53.4	54.5	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	5.7	4
22	54.0	52.7	52.3	53.0	− 6.9	50.0	54.8	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	1.2	1
23	46.1	44.5	46.1	**45.6**	− **14.3**	**44.3**	46.3	NE. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	10	10	10	11.5	10
24	46.9	47.2	47.6	47.2	− 12.8	46.5	47.8	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	5.7	7
25	47.4	48.8	50.4	48.9	− 11.1	47.0	50.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	8	10	8	7.8	9
26	51.7	52.9	53.9	52.8	− 7.3	50.9	54.0	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	1.8	2
27	53.1	54.7	55.2	54.3	− 5.8	52.9	55.4	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	1	0	0	0	....	....
28	53.1	53.7	54.0	53.6	− 6.5	52.9	54.2	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	2	1	....	....
29	52.8	53.8	55.4	54.0	− 6.2	52.5	55.5	NE. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	0	10	10	7	4.5	5
30	55.5	57.1	59.1	57.2	− 3.0	55.1	59.4	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	1	1	4	....	....
31	60.8	61.7	63.2	61.9	+ 1.6	60.3	63.5	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	2	1	....	....
Mois	60.47	60.76	61.17	60.80	+ 1.09							5.7	4.8	5.2	5.2	107.2	107

GRAND SAINT-BERNARD — MARS 1906

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	-13.7	- 6.7	- 8.0	- 9.5	- 1.3	-14.8	- 6.5	88	84	87	86	75	92
2	- 5.8	- 3.0	- 4.2	- 4.3	+ 3.9	- 8.2	- 2.0	92	82	95	90	78	99
3	- 4.8	- 4.3	- 7.7	- 5.6	+ 2.5	- 8.0	- 4.1	95	97	52	81	45	99
4	- 2.6	+ 2.2	- 0.1	- 0.2	+ 7.8	- 7.0	+ 3.8	28	26	33	29	23	65
5	- 0.3	+ 5.1	- 0.6	+ **1.4**	+ **9.4**	- 2.2	+ 5.2	32	25	24	27	22	35
6	- 2.2	+ 2.4	- 3.2	- 1.0	+ 6.9	- 3.2	+ 3.2	26	35	57	39	20	62
7	- 2.4	+ 2.9	- 3.2	- 0.9	+ 7.0	- 4.0	+ 4.0	24	28	54	35	23	58
8	- 4.1	+ 0.7	- 3.0	- 2.1	+ 5 7	- 5.0	+ 2.0	40	28	40	36	25	45
9	- 3.2	- 1.4	- 6.0	- 3.5	+ 4.2	- 6.5	+ 0.2	92	78	72	81	42	95
10	- 9.2	- 5.7	- 6.1	- 7.0	+ 0.6	- 9.8	- 5.5	97	98	70	88	68	100
11	- 4.9	+ 2.6	- 5.9	- 2.7	+ 4.9	- 7.6	+ 3.4	60	28	100	63	25	100
12	- 6.7	- 6.0	-13.0	- 8.6	- 1.1	-14.6	- 4.4	98	95	90	94	75	100
13	-15.6	-13.5	-13.6	**-14.2**	- 6.8	-16.8	-13.2	88	88	64	80	60	90
14	-10.6	- 6.2	-10.2	- 9.0	- 1.7	-14.5	- 6.0	72	70	100	81	68	100
15	-10.0	- 5.3	- 4.9	- 6.7	+ 0.5	-11.4	- 4.7	60	60	85	68	41	92
16	- 5.1	- 1.2	- 2.1	- 2 8	+ 4.3	- 6.0	- 0.3	60	85	92	79	20	93
17	- 1.4	+ 1.4	0.0	0.0	+ 7.0	- 2.4	+ 3.8	52	42	18	37	17	90
18	+ 0.8	+ 4.0	- 1.4	+ 1.1	+ 8.1	- 1.4	+ **5.7**	12	12	27	**17**	**10**	35
19	- 3.6	- 7.5	-14.4	- 8.5	- 1.6	-15.0	- 0.8	87	86	90	88	25	95
20	-14.0	-11.0	-14.2	-13.1	- 6.3	-16.0	-10.8	90	87	88	88	82	94
21	-14.4	-10.8	-11.8	-12.3	- 5.6	-16.0	-10.5	88	87	94	90	82	95
22	-12.0	- 9.6	- 9.8	-10.5	- 3.9	-13.0	- 9.5	94	95	96	**95**	90	99
23	- 7.6	- 5.0	- 9.8	- 7.5	- 1.0	-10.0	- 4.4	96	92	94	94	88	98
24	-12.6	- 8.9	-15.6	-12.4	- 6.0	-16.8	- 8.5	90	88	86	88	82	95
25	-17.6	-11.0	-13.2	-13.9	- **7.6**	**-19.2**	-10.8	86	88	87	87	85	92
26	-14.0	-12.2	-11.6	-12.6	- 6.4	-15.8	-11.6	88	90	92	90	86	93
27	-12.0	- 3.9	- 8.8	- 8.2	- 2.2	-13.0	- 3.8	92	82	72	82	70	95
28	- 8.4	- 3.9	- 6.6	- 6.3	- 0.4	- 9.8	- 1.8	43	55	90	63	38	94
29	-10.4	- 5.8	-11.6	- 9.3	- 3.5	-12.2	- 5.4	85	88	95	89	65	97
30	-14.4	-10.6	-15.0	-13.3	- **7.6**	-16.0	-10.4	94	95	90	93	50	98
31	-16.4	- 9.4	-12.2	-12.7	- 5.1	-18.4	- 8.9	56	65	90	70	50	93
Mois	- 8.36	- 4.57	- 7.99	- 6.97	+ 0.35	-10.76	- 3.60	71	70	75	72		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500^{mm} + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	67.64	68.06	68.32	68.01	61	58	58	59
2e »	62.33	62.22	62.17	62.24	68	65	75	69
3e »	52.27	52.81	53.77	52.95	83	84	90	85
Mois	60.47	60.76	61.17	60.80	71	70	75	72

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 4.83	— 0.78	— 4.21	— 3.27	— 3.51
2e »	— 7.11	— 4.27	— 7.97	— 6.45	— 6.83
3e »	— 12.71	— 8.28	— 11.45	— 10.81	— 10.97
Mois	— 8.36	— 4.57	— 7.99	— 6.97	— 7.23

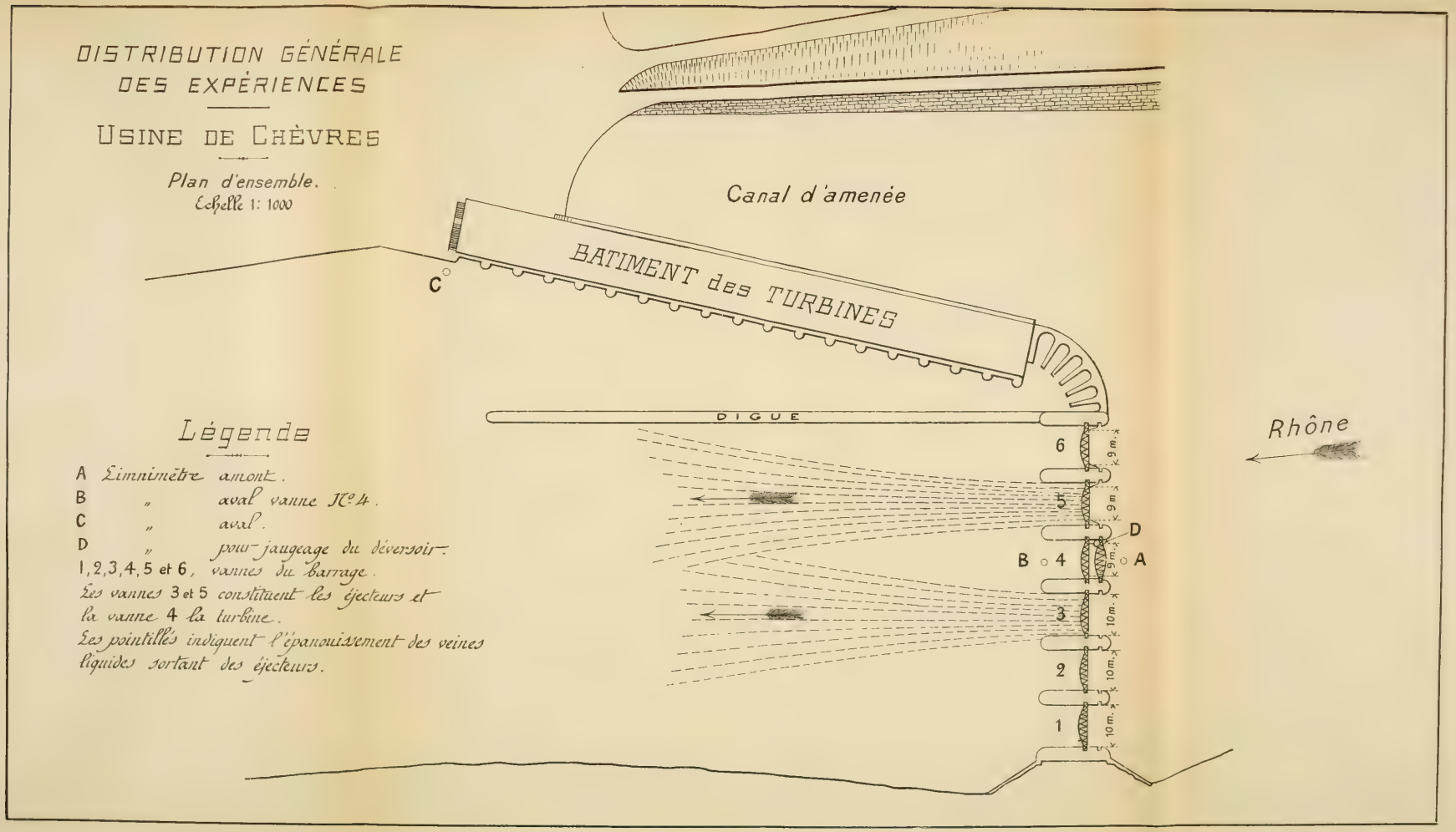
Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

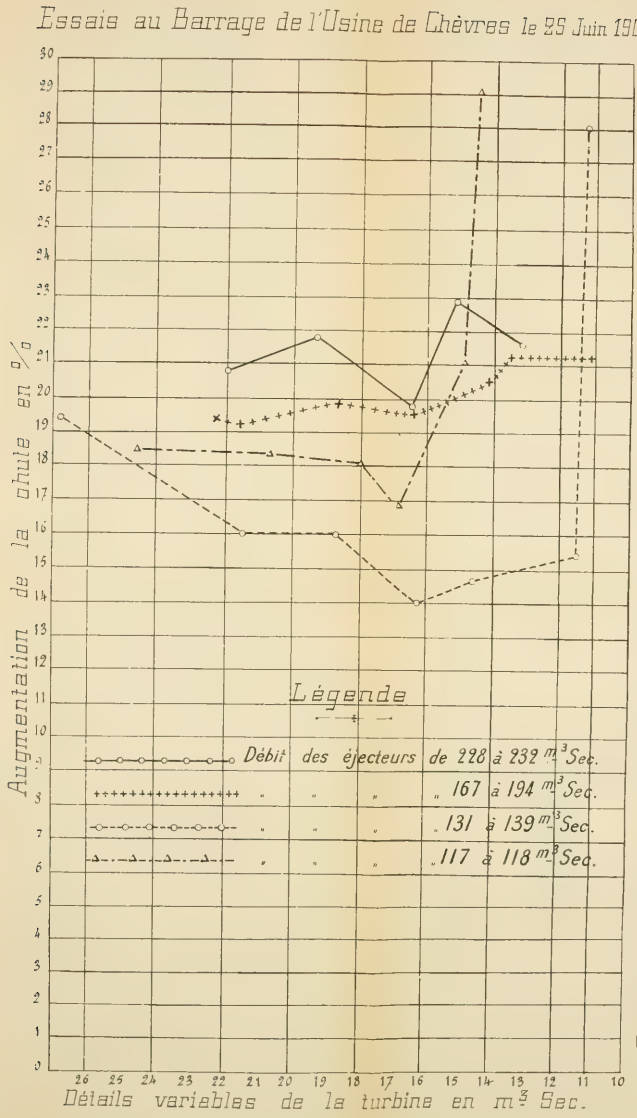
Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{115}{52} = 2.21$.

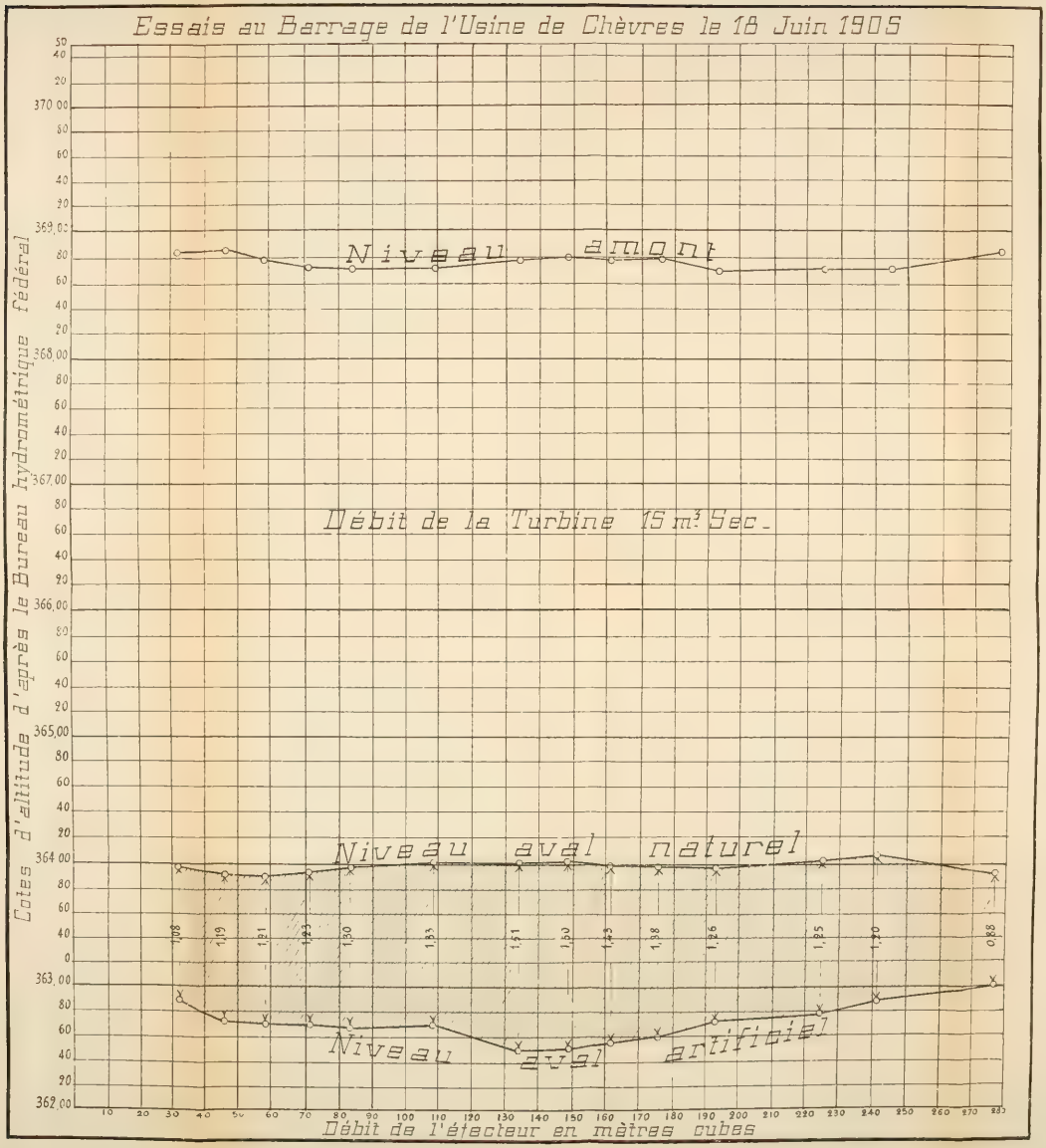
La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 67.8 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	44.4	33.2	37.1	107.2
Neige en centimètres....	14cm	10cm	42cm	107cm


DISTRIBUTION GÉNÉRALE
DES EXPÉRIENCES
USINE DE CHÈVRES
Plan d'ensemble.
Echelle 1: 1000
Canal d'amenée
BATIMENT des TURBINES
C
DIGUE
Rhône
Légende
A Limnimètre amont.
B " aval vanne N° 4.
C " aval.
D " pour jaugeage du déversoir.
1, 2, 3, 4, 5 et 6, vannes du barrage.
Les vannes 3 et 5 constituent les éjecteurs et
la vanne 4 la turbine.
Les pointillés indiquent l'épanouissement des veines
liquides sortant des éjecteurs.
6
5
4
3
2
1
B
A
D
9 m.
9 m.
9 m.
10 m.
10 m.
10 m.


Essais au Barrage de l'Usine de Chèvres le 25 Juin 1905.
Augmentation de la chute en %
Détails variables de la turbine en m³ Sec.
Légende
Débit des éjecteurs de 228 à 232 m³ Sec.
" " " " 167 à 194 m³ Sec.
" " " " 131 à 139 m³ Sec.
" " " " 117 à 118 m³ Sec.
Diagramme montrant l'augmentation de la chute en fonction de la puissance des éjecteurs.


Essais au Barrage de l'Usine de Chèvres le 18 Juin 1905
Niveau amont
Débit de la Turbine 15 m³ Sec.
Niveau aval naturel
Niveau aval artificiel
Cotes d'altitude d'après le Bureau hydrométrique fédéral
Débit de l'éjecteur en mètres cubes
1,08
1,19
1,21
1,23
1,30
1,33
1,31
1,30
1,23
1,38
1,26
1,25
1,20
0,88

SUR LA

VALEUR LA PLUS PROBABLE DU RAPPORT $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$

DE LA CHARGE

à la masse de l'électron dans les rayons cathodiques

PAR

Ch.-Eug. GUYE

Professeur de Physique à l'Université de Genève.

(Note présentée à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, le 1er février 1906. Voir N. B. à la fin de l'article.)

Les expériences qui ont permis de déterminer avec le plus de précision la valeur fondamentale du rapport $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ de la charge à la masse de l'électron pour les rayons cathodiques, reposent, comme on sait, sur les deux relations bien connues [1] :

$$(1) \qquad \frac{1}{2}\mu v^2 = U\varepsilon \qquad\qquad (2) \qquad \rho = \frac{v\mu}{H\varepsilon}$$

d'où l'on déduit, abstraction faite de toutes corrections relatives au dispositif expérimental

$$(3) \qquad \frac{\varepsilon}{\mu} = \frac{2U}{H^2\rho^2}$$

[1] v vitesse de l'électron, U potentiel de décharge, H intensité du champ magnétique qui produit la déviation du faisceau cathodique, ρ rayon de courbure de ce faisceau.

Ces expériences ont conduit, comme on sait, à la valeur

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = 1.865 \times 10^7 \left(\frac{\text{UEM}_{\text{cgs}}}{\text{gramme}}\right)$$

donnée par Simon et généralement adoptée [1].

Cette valeur peut être ramenée, au cas d'un déplacement infiniment lent à la relation

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = \frac{4}{3}\frac{\varepsilon}{\mu_0}\Psi(\beta)$$

dans laquelle

$$\Psi(\beta) = \frac{1}{\beta^2}\left[\frac{1+\beta^2}{2\beta}\log\frac{1+\beta}{1-\beta} - 1\right]$$

β étant le rapport de la vitesse v de l'électron à la vitesse V de la lumière [2].

Dans les trois séries d'expériences effectuées par Simon le potentiel moyen de décharge était 7741 volts 10.632 volts et 7705 volts; on en déduirait tous calculs faits

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1.892 \times 10^7 \quad \text{(I)}$$ [3]

D'autre part, les expériences classiques de M. Kauf-

[1] Les mesures les plus récentes effectuées en employant des *machines électrostatiques*, dont la différence de potentiel peut être maintenue constante, ont donné :

1898 Kaufmann 1.86×10^7.

1899 Simon 1.865×10^7.

1902 Seitz 1.87×10^7.

[2] Voir Max Abraham. Principes de la dynamique de l'électron (Ions, Electrons et Corpuscules). H. Abraham et P. Langevin.

[3] M. Kaufmann, en admettant un potentiel moyen de 7500 volts, donne la valeur 1.885×10^7 : M. H. Stark, en partant de la valeur 1.87×10^7 pour $\beta = 0.2$, arrive à la valeur 1.90×10^7,

mann sur les rayons β du radium ont conduit après discussion des résultats (Runge) à la valeur

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = \left[1.775 \pm 0.059\right] 10^7$$

soit au maximum 1.834×10^7. Toutefois M. Kaufmann a remarqué dans son mémoire que la moyenne fournie par les meilleurs clichés (n°s 18 et 19) était plus élevée, soit :

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1.858 \times 10^7 \qquad \text{(II)}$$

Etant donnée la précision relativement grande des mesures effectuées sur les rayons cathodiques par les divers expérimentateurs (voir note p. précédente), on voit que l'écart, même dans le cas le plus favorable (formule I et II), est à la limite des erreurs d'expérience.

Le but de cette note est de montrer qu'en effectuant une correction parfaitement légitime sur les expériences de M. Simon, cet écart peut être réduit et se rapproche alors davantage de la limite des erreurs expérimentales.

En effet, les deux valeurs μ qui figurent dans les expressions (1) et (2) ne sont égales que si la vitesse de l'électron est suffisamment petite. Si donc on désigne par μ' et μ_2 les valeurs de μ dans (1) et (2), l'expression (3) devra être remplacée par la relation plus rigoureuse

$$\text{(3')} \qquad \frac{\varepsilon}{\mu_2} = \left[\frac{\mu_2}{\mu'}\right] \frac{2U}{H^2\rho^2}$$

dans laquelle $\frac{\mu_2}{\mu'}$ représente le facteur de correction, très voisin de l'unité, par lequel il convient de multi-

plier les résultats donnés par M. Simon pour obtenir la valeur plus exacte de $\frac{\varepsilon}{\mu_2}$.

La valeur de μ_2 n'est autre que la masse dite *transversale ;* développée en série elle devient, comme on sait

$$\mu_2 = \mu_0 \left[1 + \frac{6}{3.5} \beta^2 + \frac{9}{5.7} \beta^4 + \ldots\ldots \right] \qquad (4)$$

Quant à la masse μ', elle se déduira des considérations suivantes :

Désignons par W l'énergie d'une charge électrique en mouvement [1]. Cette énergie est donnée [2] par la relation

$$W = \frac{3}{4} \mu_0 \left[\frac{1}{\beta} \log \frac{1+\beta}{1-\beta} - 1 \right]$$

D'autre part, lorsque cette charge est immobile, son énergie se réduit à celle du champ électrostatique qui l'entoure, soit $\frac{3}{4} \mu_0$.

L'accroissement d'énergie W' qui résulte du mouvement est donc

$$W' = \frac{3}{4} \mu_0 \left[\frac{1}{\beta} \log \frac{1+\beta}{1-\beta} - 2 \right]$$

[1] La démonstration ci-après est applicable au cas d'une charge électrique répartie à la surface d'une sphère, comme à celui d'une charge sphérique en volume.

Dans le premier cas on a $\mu_0 = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon^2}{a}$.

Dans le second cas on a $\mu_0 = \frac{4}{5} \frac{\varepsilon^2}{a}$.

a étant le rayon de l'électron.

[2] Voir M. Abraham, *loc. cit.*

soit en développant

$$W' = \frac{3}{2}\mu_0\left[\frac{\beta^2}{3} + \frac{\beta^4}{5} + \frac{\beta^6}{7} + \ldots\ldots\right]$$

En posant

$$W' = \frac{1}{2}\mu' v^2 \text{ et } v = \beta V$$

il vient :

$$\mu' = \mu_0\left[1 + \frac{3}{5}\beta^2 + \frac{3}{7}\beta^4 + \ldots\ldots\right]$$

D'où en définitive, en négligeant les puissances supérieures à β^2

$$\frac{\mu_2}{\mu'} = 1 - \frac{\beta^2}{5}$$

Dans le cas des expériences de M. Simon la moyenne, des trois séries d'expériences a donné

$$\frac{\mu_2}{\mu'} = 0.9928$$

La correction atteint environ 1 pour cent ; comme d'autre part les différences entre les valeurs de $\frac{\varepsilon}{\mu}$ obtenues dans les trois séries d'expériences de M. Simon ne diffèrent de la moyenne que de 1 à 4 pour mille au maximum, cette correction paraît légitime.

On aura donc en définitive

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = \left[1.865 \times 0.9928\right] 10^7 = 1.852 \times 10^7$$

d'où par la formule (4)

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1.878 \times 10^7$$

En comparant cette dernière valeur à celle de la formule (II) déduite des expériences de M. Kaufmann, on voit que la correction a pour effet d'augmenter un peu la concordance entre les deux valeurs de $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$; c'est un argument de plus en faveur de l'hypothèse de l'identité des électrons qui constitueraient les rayons cathodiques et les rayons de Becquerel.

Note. Il n'est peut-être pas sans intérêt de remarquer que la quantité μ' ne doit pas être confondue avec la masse dite *longitudinale*, laquelle est généralement désignée par μ_1.

La relation entre μ' et μ_1 peut en effet être aisément établie.

Il résulte de la théorie développée par M. Abraham que la masse μ_1 a pour expression

$$\mu_1 = \frac{dW}{v.\,dv}$$

Comme W et W' ne diffèrent que par une constante, nous aurons

$$\mu_1 = \frac{dW^1}{v.\,dv} = \frac{d\left(\frac{1}{2}\mu' v^2\right)}{v.\,dv}$$

d'où

$$\mu_1 = \mu' + \tfrac{1}{2}\, v \frac{d\mu'}{dv} \qquad \text{(IV)}$$

En remplaçant μ' et $\frac{d\mu'}{dv}$ par leurs valeurs (équation (5)), on retrouverait la valeur bien connue qui représente la masse longitudinale et que nous donnons ci-après.

En résumé nous avons à distinguer :

1° La *masse longitudinale*

$$\mu_1 = \mu_0 \left[1 + \frac{6}{5} \beta^2 + \frac{9}{7} \beta^4 + \ldots\ldots \right]$$

2° La *masse transversale*

$$\mu_2 = \mu_0 \left[1 + \frac{6}{3.5} \beta^2 + \frac{9}{5.7} \beta^4 + \ldots\ldots \right]$$

3° La *masse* que l'on pourrait appeler *cinétique*

$$\mu' = \mu_0 \left[1 + \frac{3}{5} \beta^2 + \frac{3}{7} \beta^4 + \ldots\ldots \right]$$

Cette masse μ' multipliée par $\frac{1}{2} v^2$ représente en effet l'*énergie cinétique* de l'électron. Comme les masses longitudinale et transversale, la masse cinétique est fonction de la vitesse ; elle est reliée à la masse longitudinale par l'équation différentielle (IV).

En arrêtant les développements au premier terme en β^2 on voit que l'on a

$$\mu_1 > \mu' > \mu_2 > \mu_0.$$

Enfin, dans le cas d'un déplacement infiniment lent

$$\mu_1 = \mu' = \mu_2 = \mu_0.$$

Genève (mars 1906).

N. B. — Les considérations qui précèdent ont été présentées à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève le 1er février 1906 (voir *Arch. des Sc. Phys. et Nat.*, mars 1906). Cette note était entièrement rédigée lorsque parut en mars 1906 le remarquable travail que vient de publier M. Kaufmann. Dans

ce travail M. Kaufmann, de son côté, a effectué presque le même calcul, qui l'a conduit à la même valeur

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1.878 \times 10^7$$

pour les rayons cathodiques. Il est intéressant de constater également que les nouvelles séries d'expériences effectuées sur les rayons β du radium, ont donné pour $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ (théorie d'Abraham) les valeurs 1.858, 1.788, 1.823, c'est-à-dire des nombres très voisins de celui de notre formule II ; les conclusions de cette note ne sont donc nullement modifiées.

RECHERCHES RELATIVES

A LA DÉCOMPOSITION

DES

OXALATES ALCALINO-TERREUX

PAR LES

SOLUTIONS AQUEUSES DES SULFATES ALCALINS

PAR

H. CANTONI

(*Suite et fin*[1].)

Analyse des sels.

Oxalate de calcium.

a) *Par simple calcination.* — L'oxalate de calcium, pesé dans un petit creuset de platine, a été calciné fortement au chalumeau jusqu'à obtention du poids constant.

b) *Par le permanganate de potasse. Titration de la solution de permanganate de K.* — Le titre de la solution de permanganate a été fixé au moyen du fer électrolytique.

On dissout dans une capsule de platine Classen,

[1] Voir *Archives*, avril 1906, t. XXI, p. 368.

dépolie et tarée, environ un gramme de sel de Mohr dans un peu d'eau ; on ajoute ensuite de l'oxalate de potassium, on chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit colorée en rouge et on dissout encore quatre à cinq grammes d'oxalate d'ammonium.

En électrolysant deux à trois cents cc. de cette solution chaude, avec une tension de quatre volts et en arrêtant la réduction au moment voulu, on obtient du fer pur fortement adhérent à la capsule de platine. On lave à l'eau froide, puis à l'alcool absolu.

On pèse la capsule contenant le fer, on dissout celui-ci dans de l'acide sulfurique dilué, et on réduit la solution par quelques granules de zinc chimiquement pur. On effectue la titration dans la capsule même.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Quant. de fer en gram.	Nomb. de cc. de $KMnO_4$	Titre en oxygène actif
1° gr. 0.2482	20.2 cc.	0.0017564
2° gr. 0.1622	13.2 cc.	0.0017543
3° gr. 0.2012	16.4 cc.	0.0017526
	Moyenne : 0.0017553[1]	

Analyse du sel. — L'oxalate de calcium a été dissous à 40° environ dans l'acide sulfurique dilué. Pendant cette dissolution, il est indispensable de remuer constamment, afin de favoriser la solubilisation du sulfate de calcium qui se forme à la surface de l'oxalate. Il faut maintenir la température et remuer jusqu'à ce que le liquide soit parfaitement limpide, ce qui s'effectue après un temps assez long. La titration s'opère

[1] La teinte rosâtre obtenue lors de la titration du fer ferreux de l'essai n° 3 était un peu plus foncée que celle des titrations des essais n°s 1 et 2.

très facilement. Les résultats obtenus sont concordants. Voir plus loin.

Oxalate de baryum.

a) *Par simple calcination.* — L'oxalate de baryum, pesé dans un creuset de platine, a été calciné au chalumeau. L'obtention du poids constant est pour ainsi dire impossible. Les résultats obtenus sont très différents les uns des autres.

b) *A l'état de sulfate de baryum.* — L'oxalate de baryum, pesé dans un creuset de platine muni d'un couvercle, a été traité par quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, dont on a éliminé l'excès en chauffant au bain d'air; on a ensuite calciné directement au bec jusqu'à obtention du poids constant.

c) *Titration par le permanganate de potasse.* — Les résultats que nous avons obtenus sont beaucoup trop faibles. Ceci provient probablement du fait que le sulfate de baryum qui est en suspension retient de petites quantités d'oxalate. Ce même fait a déjà été constaté à propos de l'oxalate de plomb. En effet, lorsqu'on a voulu employer, pour fixer le titre des solutions de permanganate, l'oxalate de plomb, sel qui s'obtient très facilement et qui peut être pesé très exactement, car il n'est pas hygroscopique et n'a pas de molécules d'eau de cristallisation, on a été surpris d'obtenir des titres trop faibles. C'est à ce propos que Stolba a proposé, lors de la titration des solutions de permanganate de potasse par l'oxalate de plomb, de porter à l'ébullition

la liqueur contenant l'acide oxalique, l'acide sulfurique et, en suspension, le sulfate de plomb.

Oxalate de strontium.

a) *A l'état de sulfate de strontium.* — On a opéré comme il a été indiqué pour le dosage de l'oxalate de baryum. On n'a pas employé, dans le cas de l'analyse du sel de strontium, la méthode par simple calcination, car il est assez difficile d'obtenir la température nécessaire pour transformer l'oxalate en carbonate sans toutefois transformer ce dernier en oxyde. La calcination devient ici une opération excessivement délicate.

b) *Par le permanganate de potasse.* — La dissolution se fait évidemment beaucoup plus difficilement qu'avec l'oxalate de calcium. Cependant les résultats sont suffisamment concordants.

Acide oxalique.

On a d'abord examiné si l'acide oxalique ne contenait pas des traces d'oxalate métallique. Pour cela, on a simplement calciné quelques grammes de cet acide dans une capsule de platine ; le résidu obtenu était excessivement faible et ne pouvait avoir aucune influence sur les résultats ; on l'a négligé.

Titration de l'acide oxalique par la solution de permanganate de potasse. — Les résultats sont un peu faibles, mais cela provient sans doute du fait qu'il est très difficile de sécher complètement un sel contenant des molécules d'eau de cristallisation.

Voici la moyenne de plusieurs analyses des oxalates

de calcium et de strontium par notre solution de permanganate de potassium. Le chiffre obtenu pour l'oxalate de baryum a été calculé.

C'est en se basant sur ces chiffres que nous avons calculé les quantités des différents oxalates qui ont été décomposés par les diverses solutions des sulfates alcalins.

1 cc. de $KMnO_4$	corresp. à	gr. 0.01604	d'oxal. de calcium
1 cc. de $KMnO_4$	»	» 0.021274	d'oxal. de strontium
1 cc. de $KMnO_4$	»	» 0.025756	d'oxal. de baryum

Décomposition des oxalates alcalino-terreux par les sulfates alcalins en présence d'eau.

La variation de température ayant une grande influence sur l'action des sulfates alcalins sur les oxalates alcalino-terreux, il est indispensable d'effectuer à même température la décomposition et la filtration des prises servant à indiquer les quantités décomposées.

Si l'on veut que les résultats soient comparables, il est utile de placer les différents essais dans des conditions semblables et, si l'on veut que l'action du sulfate alcalin sur l'oxalate alcalino-terreux soit à chaque instant la même, il faut continuellement remuer le mélange au moyen d'agitateurs en platine animés d'un mouvement ininterrompu.

Toutes ces conditions *sine quâ non* sont remplies en se servant d'un appareil spécial ressemblant en partie à celui décrit en 1902 par M. E. Durand [1]. Cet appareil comprend des vases dans lesquels se font les décom-

[1] E. Durand. Thèse, Genève, (1902).

positions, des filtres, des agitateurs et une grande cuve dans laquelle plongent les vases. Ces derniers, cylindriques, d'une capacité de 800 cc. environ et de 150 millimètres de hauteur, sont en platine. Dans chaque récipient plongent verticalement un agitateur en platine, un thermomètre et un dispositif spécial servant à la filtration.

Cet appareil à filtrer est formé d'un cylindre creux en porcelaine de 15 millimètres de diamètre et de 50 à 60 millimètres de hauteur. Ce cylindre est percé à sa partie inférieure de plusieurs petits trous ; à l'intérieur de ce tube on place de l'amiante jusqu'au haut de la partie percée. L'ouverture supérieure est hermétiquement fermée par un bouchon de caoutchouc percé d'un trou par lequel passe un tube de verre qui conduit, lors de la filtration, le liquide hors de l'appareil. On peut remplacer ce dispositif par des creusets de Gooch qu'on ferme par des bouchons de caoutchouc.

Le gobelet de platine plonge dans une grande cuve de cuivre servant de bain-marie et munie d'un grand agitateur central en cuivre, d'un thermomètre et, à la partie inférieure, de trois petites chambres hémisphériques, placées symétriquement, portant une tubulure inférieure par laquelle sort l'extrémité d'un siphon de verre communiquant avec le cylindre de porcelaine qui plonge dans le récipient en platine et qui sert de filtre.

La cuve est remplie d'eau et l'agitateur central remue constamment cette eau, ce qui permet d'obtenir une température égale dans toutes les parties de la cuve. On réunit dans la cuve, qui contient environ 15 litres d'eau, trois de ces récipients de platine, avec leur appareil à filtration, agitateur et thermomètre, ce

qui permet de déterminer simultané ment la décomposition d'un corps par trois sels différents à une même température et pendant le même temps.

Les différents agitateurs, un central se trouvant dans la cuve et un petit en platine plongeant dans chaque récipient, sont mis en marche à l'aide d'un petit moteur électrique. La température est maintenue constante au moyen d'un régulateur à mercure[1]. A la fin de l'opération, il suffit, pour déterminer les différentes prises qui seront ensuite analysées, d'amorcer, au moyen d'un aspirateur quelconque, le siphon qui est en communication avec l'appareil à filtration.

Dans nos expériences, nous avons dosé, au moyen de notre solution titrée de permanganate, la quantité d'oxalate passée en solution dans 100 cc. de liquide.

$$CaC_2O_4 + K_2SO_4 \rightleftarrows CaSO_4 + K_4C_2O_4$$

Concentration des solutions employées.

	Na_2SO_4	K_2SO_4	$(NH_4)_2SO_4$
	gr.	gr.	gr.
lut. $^1/_{100}$ mol. gr.	1.42 d. 1000 cc. d'eau	1.74 d. 1000 cc. d'eau	1.32 d. 1000 cc d'eau
» $^1/_{50}$ »	2.84 » »	3.48 » »	2.64 » »
» $^1/_{25}$ »	5.68 » »	6.96 » »	5.28 » »
» $^2/_{25}$ »	11.36 » »	13.92 » »	10.56 » »

On a préparé les solutions suivantes : On a dissout 32,5 grammes de sulfate de soude, 43,5 de sulfate de potasse et 33 grammes de sulfate d'ammonium dans

[1] E. Durand, loc. cit.

1000 cc. d'eau et l'on a pris, pour avoir des solutions contenant $^1/_{100}$, $^1/_{50}$, $^1/_{25}$, $^2/_{25}$ de molécule gramme de sulfate alcalin par litre, respectivement 40 cc., 80 cc., 160 cc. et 320 cc. de cette solution qu'on a ensuite portés au litre. Avant d'opérer, nous avons chaque fois vérifié si les solutions des sulfates alcalins ne réagissaient pas avec le $KMnO_4$.

1° En fonction du temps.

Oxalate de calcium.

A. *Action du sulfate de sodium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de Na_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de calcium déc. d. 100 cc. de sol.
	o				gr.
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	15	1	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	3	0.2	0 2	0.003208
» » » »	15	6	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	9	0.2	0.2	0.003208
Solution $^1/_{50}$ molécule gr.	15	1	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	3	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	6	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	9	0.2	0.2	0.003208
Solution $^1/_{25}$ molécule gr.	15	1	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	3	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	6	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	9	0.2	0.2	0.003208
Solution $^2/_{25}$ molécule gr.	15	1	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	3	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	6	0.25	0.25	0.004110
» » » »	15	9	0.30	0.30	0.004812

B. *Action du sulfate de potassium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de K_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de calcium déc. d. 100 cc. de sol.
	0				gr.
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	14	2	0.1	0.1	0.001604
» » » »	14	4	0.1	0.1	0.001604
» » » »	14	6	0.1	0.1	0.001604
Solution $^1/_{50}$ molécule gr.	13	1	0.1	0.1	0.001604
» » » »	13	3	0.1	0.1	0.001604
» » » »	13	6	0.1	0.1	0.001604
» » » »	13	9	1.15	0.15	0.002406
Solution $^1/_{25}$ molécule gr.	14	1	0.15	0.15	0.002406
» » » »	14	3	0.15	0.15	0.002406
» » » »	14	6	0.15	0.15	0.002406
» » » »	14	9	0.15	0.15	0.002406
Solution $^2/_{25}$ molécule gr.	14	1	0.2	0.2	0.003208
» » » »	14	3	0.2	0.2	0.003208
» » » »	14	6	0.2	0.2	0.003208
» » » »	15	9	0.2	0.2	0.003208

C. *Action du sulfate d'ammonium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de $(NH_4)_2SO_4$	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de calcium déc. d. 100 cc. de sol.
	0				gr.
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	10	1	0.2	0.2	0.003208
» » » »	10	3	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	6	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	9	0.3	0.3	0.004812
Solution $^1/_{50}$ molécule gr.	10	1	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	3	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	6	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	9	0.3	0.3	0.004812
Solution $^1/_{25}$ molécule gr.	10	1	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	3	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	6	0.3	0.3	0.004812
» » » »	10	9	0.3	0.3	0.004812

Oxalate de strontium.

A. *Action du sulfate de sodium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de Na_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de strontium déc d. 100 cc. de sol.
	°				gr.
Solution 1/100 molécule gr.	14	1	1.1	1.1	0.02340
» » » »	14	3	1.1	1.1	0.02340
» » » »	14	6	1.1	1.1	0.02340
» » » »	14	9	1.1	1.1	0.02340
Solution 1/50 molécule gr.	15	1	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	3	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	6	1.3	1.3	0.027556
» » » »	15	9	1.3	1.3	0.027556
Solution 1/25 molécule gr.	15	1	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	3	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	6	1.3	1.3	0.027556
» » » »	15	9	1.3	1.3	0.027556
Solution 1/25 molécule gr.	15	1	1.4	1.4	0.029783
» » » »	15	3	1.6	1.6	0.034038
» » » »	15	6	1.9	1.9	0.040420
» » » »	15	9	2.0	2.0	0.042548

B. *Action du sulfate de potassium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de K_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de strontium déc. d. 100 cc. de sol.
	°				gr.
Solution 1/100 molécule gr.	14	2	1.2	1.2	0.025528
» » » »	14	4	1.4	1.4	0.029783
» » » »	14	6	1.7	1.7	0.0361658
Solution 1/50 molécule gr.	14	1	1.2	1.2	0.025528
» » » »	14	3	1.5	1.5	0.031911
» » » »	14	6	1.8	1.8	0.038293
» » » »	14	9	2.0	2.0	0.042548
Solution 1/25 molécule gr.	14	1	2.7	2.7	0.057439
» » » »	14	3	3.4	3.4	0.072331
» » » »	14	6	3.8	3.8	0.080841
» » » »	14	9	5.8	5.8	0.123390
Solution 2/25 molécule gr.	14	1	2.8	2.8	0.059567
» » » »	14	3	3.9	3.9	0.082968
» » » »	14	6	4.3	4.3	0.091478
» » » »	14	9	5.8	5.8	0.123390

C. *Action du sulfate d'ammonium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de $(NH_4)_2SO_4$	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de strontium déc. d. 100 cc. de sol.
	o				gr.
Solution 1/100 molécule gr.	14	1	1.0	1.0	0.021274
» » » »	14	3	1.1	1.1	0.023400
» » » »	14	6	1.1	1.1	0.023400
» » » »	14	9	1.1	1.1	0.023400
Solution 1/50 molécule gr.	15	1	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	3	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	6	1.3	1.3	0.027556
» » » »	15	9	1.3	1.3	0.027556
Solution 1/25 molécule gr.	14	1	1.2	1.2	0.025528
» » » »	14	3	1.2	1.2	0.025528
» » » »	15	6	1.3	1.2	0.025528
» » » »	15	9	1.3	1.3	0.027556

Oxalate de baryum.

A. *Action du sulfate de sodium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de Na_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de baryum décomposés dans 100 cc. de solution
	o				
Solution 1/100 molécule gr.	14	1	6.5	6.5	0.16740 gr.
» » » »	14	3	7.0	7.0	0.18028 »
» » » »	14	6	7.2	7.2	0.185436 »
» » » »	14	9	8.8	8.8	0.226644 »
Solution 1/50 molécule gr.	15	1	9.5	9.5	0.244672 »
» » » »	15	3	10.4	10.2	0.26785 gr.—0.2627 gr.
» » » »	15	6	11.9	11.8	0.30648 » —0.3039 »
» » » »	15	9	13.9	—	0.35799 gr.
Solution 1/25 molécule gr.	14	1	15.3	15.3	0.39405 »
» » » »	14	3	16.1	16.2	0.41465 gr.—0.41723 gr.
» » » »	15	6	18.5	18.2	0.476467 » —0.46874 »
» » » »	15	9	23.8	23.8	0.612969 gr.
Solution 2/25 molécule gr.	15	1	18.0	18.0	0.46359 »
» » » »	15	3	20.1	20.0	0.517675 gr.—0.5151 gr.
» » » »	15	6	25.3	25.3	0.65168 »
» » » »	15	9	29.2	29.2	0.75204 » —0.75462 gr.

B. *Action du sulfate de potassium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de K_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de baryum décomposés dans 100 cc. de solution
	0				
Solution 1/100 molécule gr.	14	2	6.5	6.5	0.1674 gr.
» » » »	14	4	7.0	7.0	0.18028 »
» » » »	14	6	7.4	7.4	0.19058 »
Solution 1/50 molécule gr.	14	1	7.6	7.6	0.19573 »
» » » »	14	3	8.8	8.8	0.226644 »
» » » »	14	6	9.2	9.0	0.23694 gr. — 0.231795 gr.
» » » »	14	9	10.3	10.1	0.26528 » — 0.2601 »
Solution 2/25 molécule gr.	14	1	22.6	22.5	0.58206 » — 0.57948 »
» » » »	14	3	22.7	22.9	0.5846 » — 0.58979 »
» » » »	14	6	25.1	25.1	0.64653 gr.
» » » »	14	9	28.2	28.4	0.72629 » — 0.73144 gr.
Solution 3/25 molécule gr.	14	1	22.5	22.5	0.57948 gr.
» » » »	14	3	23.1	23.2	0.59494 gr. — 0.60009 gr.
» » » »	14	6	28.7	28.7	0.73916 gr.
» » » »	14	9	31.8	31.8	0.819009 »

C. *Action du sulfate d'ammonium.*

Concentration en mol. gr. des solutions d'$(NH_4)_2SO_4$	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de baryum décomposés dans 100 cc. de solution
	0				
Solution 1/100 molécule gr.	10	1	2.2	2.2	0.056661 gr.
» » » »	10	3	2.3	2.2	0.059236 gr. — 0.056661 gr.
» » » »	10	6	2.5	2.5	0.06438 gr.
» » » »	10	9	2.8	2.8	0.072114 »
Solution 1/50 molécule gr.	10	1	3.3	3.3	0.08499 »
» » » »	10	3	3.8	3.8	0.10302 »
» » » »	10	6	4.3	4.3	0.11074 »
» » » »	10	9	4.5	4.6	0.116397 gr. — 0.11897 gr.
Solution 1/25 molécule gr.	10	1	7.1	7.0	0.18286 » — 0.18028 »
» » » »	10	3	8.5	8.5	0.2189 gr.
» » » »	10	6	9.0	9.1	0.231795 gr. — 0.23437 gr.
» » » »	10	9	10.3	10.3	0.26528 gr.

2° En fonction de la concentration.

Oxalate de calcium.

A. *Action du sulfate de sodium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de Na_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de calcium déc. d. 100 cc. de sol.
	°				gr.
Solution 1/100 molécule gr.	14	9	0.2	0.2	0.003208
» 1/50 » »	15	9	0.2	0.2	0.003208
» 1/25 » »	15	9	0.2	0.2	0.003208
» 2/25 » »	15	9	0.3	0.3	0.004812

B. *Action du sulfate de potasse.*

Concentration en mol. gr. des solutions de K_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de calcium déc. d. 100 cc. de sol.
	°				gr.
S5lution 1/100 molécule gr.	14	6	0.1	0.1	0.001604
» 1/50 » »	14	6	0.1	0.1	0.001604
» 1/25 » »	14	6	0.15	0.15	0.002406
» 2/25 » »	14	6	0.20	0.20	0.003208
Solution 1/50 » »	14	9	0.15	0.15	0.002406
» 1/25 » »	15	9	0.15	0.15	0.002406
» 2/25 » »	15	9	0.20	0.20	0.003208

C. *Action du sulfate d'ammonium.*

Concentration de mol. gr. des solutions de $(NH_4)_2SO_4$	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de calcium déc. d. 100 cc. de sol.
	°				gr.
Solution 1/100 molécule gr.	10	9	0.3	0.3	0.004812
» 1/50 » »	10	9	0.3	0.3	0.004812
» 1/25 » »	20	9	0.3	0.3	0.004812
» 2/25 » »	10	9	0.3	0.3	0.004812

Oxalate de strontium.

A. *Action du sulfate de sodium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de Na_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de strontium décomposés dans 100 cc. de solution
	°				
Solution 1/100 molécule gr.	14	9	1.1	1.1	0.0234 gr.
Solution 1/50 molécule gr.	15	9	1.3	1.3	0.02755 »
Solution 1/25 molécule gr.	15	9	1.3	1.3	0.02755 »
Solution 2/25 moléccle gr.	15	9	1.9	2.0	0.04042 gr. — 0.042548 gr.

B. *Action du sulfate de potassium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de K_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de strontium décomposés dans 100 cc. de solution
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	14°	6	1.7	1.7	0.0361658 gr.
» $^1/_{50}$ » »	14	6	1.8	1.8	0.038293 »
» $^1/_{25}$ » »	14	6	3.8	3.8	0.080841 »
» $^2/_{25}$ » »	14	6	4.3	4.2	0.091478 g. — 0.0893508 g.
Solution $^1/_{50}$ molécule gr.	14	9	2.0	1.9	0.042548 » — 0.040420 »
» $^1/_{25}$ » »	14	9	5.8	5.8	0.0123390 gr.
» $^2/_{25}$ » »	15	9	5.7	5.8	0.0121262 g. — 0.012339 g.

C. *Action du sulfate d'ammonium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de $(NH_4)_2SO_4$	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de strontium déc. d. 100 cc. de sol.
Solution $^1/_{100}$ mplécule gr.	10°	9	1	1	0.021274 gr.
Solu'ion $^1/_{50}$ molécule gr.	10	9	1	1	0.021274
Solution $^1/_{25}$ molécule gr.	20	9	1.3	1.2	0.025528

Oxalate de baryum.

A. *Action du sulfate de sodium.*

Concentration en mol. gr. des solutions de Na_2SO_4	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de baryum décomposés dans 100 cc. de solution
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	14°	6	7.2	7.2	0.185436 gr.
» $^1/_{50}$ » »	15	6	11.9	11.9	0.30648 »
» $^1/_{25}$ » »	15	6	18.5	18.5	0.476467 gr.
» $^2/_{25}$ » »	15	6	25.3	25.3	0.65168 gr.
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	14	9	8.8	8.8	0.226644 »
» $^1/_{50}$ » »	15	9	13.9	13.9	0.35799 »
» $^1/_{25}$ » »	15	9	23.8	23.8	0.612969 »
» $^2/_{25}$ » »	15	9	29.2	29.3	0.75204 gr. — 0.75462 gr.

B. *Action du sulfate de potassium.*

Concentration en mol. gr. des sol. de sulf. de potass.	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de baryum décomposés dans 100 cc. de solution
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	14°	6	7.4	7.4	0.19058 gr.
» $^1/_{50}$ » »	14	6	9.2	9.0	0.23694 gr. — 0.23179 gr.
» $^1/_{25}$ » »	14	6	25.1	25.1	0.64658 gr.
» $^2/_{25}$ » »	14	6	28.7	28.7	0.73916 »
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	14	9	10.3	10.1	0.26528 gr. — 0.2601 gr.
» $^1/_{25}$ » »	14	9	28.2	28.4	0.72629 » — 0.73144 »
» $^2/_{25}$ » »	14	9	31.8	31.8	0.819009 gr.

B. *Action du sulfate d'ammonium.*

Concentration en mol. gr. des sol. de sulf. d'ammon.	Tempér.	Temps en h.	Nombre de cc. de $KMnO_4$ employé		Gr. d'oxalate de baryum décomposés dans 100 cc. de solution
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	10°	6	2.5	2.5	0.06438 gr.
» $^1/_{50}$ » »	10	6	4.3	4.3	0.11074 »
» $^1/_{25}$ » »	10	6	9.0	9.1	0.231795 gr. — 0.23437 gr.
Solution $^1/_{100}$ molécule gr.	10	9	2.8	2.8	0.072114 gr.
» $^1/_{50}$ » »	10	9	4.6	4.5	0.11897 gr. — 0.116397 gr.
» $^1/_{25}$ » »	10	9	10.3	10.3	0.26528 gr.

IV

Conclusions.

En résumé, il résulte des recherches décrites dans ce mémoire, que l'action des sulfates alcalins sur les oxalates alcalino-terreux est bien différente suivant le métal considéré. Ce qui frappe de prime abord, c'est l'inaction des sulfates alcalins sur l'oxalate de calcium à la température ordinaire. En effet, l'attaque est presque nulle et pour ainsi dire constante. Si l'on compare les chiffres trouvés par M. E. von Hirsch-Gereuth lors de la détermination du coefficient de solubilité dans l'eau de

l'oxalate de calcium, avec ceux que nous avons obtenus, l'on voit que la quantité d'oxalate calcique dissoute par les solutions des sulfates alcalins, s'approche beaucoup de celle solubilisée par l'eau. On peut donc admettre que la quantité d'oxalate de calcium trouvée dans la solution est celle solubilisée par l'eau.

Solubilité de l'oxalate de calcium dans l'eau[1] (100 cc. H_2O)

0°	=	0.001775	—
20	=	0.001974	0.002047
40	=	0.002785	0.002870
60	=	0.003460	0.003010
80	=	0.003440	0.003522
99.3	=	0.003462	0.003580

Résultats obtenus par l'action des sulfates alcalins sur l'oxalate de calcium à 15° :

$^2/_{25}$ m. g. sulfate de sodium = dans 100 cc. de solution après 9 heures 0.004812 gr.

$^2/_{25}$ m. g. sulfate de potassium = dans 100 cc. de solution après 9 heures 0.003208 gr.

$^1/_{25}$ m. g. sulfate d'ammonium = dans 100 cc. de solution après 9 heures 0.00.4812 gr.

On peut donc en déduire que les solutions de sulfate de potassium n'ont pas d'action sur l'oxalate de calcium à la température ordinaire. Les solutions de sulfate de sodium et d'ammonium produisent une décomposition excessivement faible. Par contre, l'oxalate de baryum, mis en présence des solutions des sulfates alcalins, même à la température ordinaire, subit une assez grande décomposition.

L'oxalate de strontium subit une décomposition qui est intermédiaire entre celle du calcium et celle du baryum.

[1] M.-E. von Hirsch-Gereuth, Thèse, Lausanne.

Comme il était à prévoir, la décomposition des oxalates alcalino-terreux augmente avec l'accroissement de l'affinité des trois alcalino-terreux pour l'acide sulfurique : l'alcalino-terreux possédant le sulfate le moins soluble dans l'eau, donne l'oxalate le plus décomposé par les sulfates alcalins ; celui dont le sulfate est le plus soluble, fournit l'oxalate qui est inattaqué par les sulfates alcalins. Voici la solubilité respective des trois sulfates alcalino-terreux :

Sulfate de calcium anhydre, d'après Marignac[1].

0° = 1	partie	dans	525	parties	d'eau	41° = 1	partie	dans	468	d'eau
18 = 1	»	»	488	»	»	53 = 1	»	»	474	»
24 = 1	»	»	479	»	»	72 = 1	»	»	495	»
32 = 1	»	»	470	»	»	86 = 1	»	»	528	»
38 = 1	»	»	466	»	»	99 = 1	»	»	571	»

Solubilité du sulfate de strontium d'après Frésénius[2].

1 partie de sel dans 6895 parties d'eau froide.
1 » » » 9638 » » bouillante.

Solubilité du sulfate de baryum dans l'eau.

1 part. de sel dans 400000 part. d'eau (Frésénius)[3]
1 » » » 436700 » » à 18° (Kohlrausch et Rose[4])
1 » » » 429700 » » à 18°.4 (Hollemann)[5]

Les chaleurs de formation sont :

$CaSO_4$ = 317.4 calories.
$SrSO_4$ = 330.2 »
$BaSO_4 = x + 206.0 = 339.4$ » d'après Guntz[6], $x = 133.4$ calories.

[1] Marignac. Mémoires, t. II, p. 571. — Bib. Univ. Archives, t. XLVIII (1873), p. 120-128.
[2] Frésénius. *Ann. Chem. Pharm. Liebig 59* (1846) 120.
[3] Frésénius. *Z. anal. Chem. 9* (1870) 52.
[4] Kohlrausch et Rose. *Z. Phys. Chem. 12* (1893) 241.
[5] Hollmann. *Z. Phys. Chem. 12* (1893) p. 130.
[6] Guntz. *C. R. 136*, p. 1071.

Nous pouvons conclure que le baryum a beaucoup moins d'affinité pour l'acide oxalique que le strontium et le calcium, et nous constatons, pour chaque métal alcalino-terreux, que cette affinité diminue pour l'acide oxalique et augmente pour l'acide sulfurique avec l'accroissement du poids atomique. Nous pouvons remarquer cette même allure dans le système oxalate alcalino-terreux et carbonate alcalin, étudié par W. Smith [1]. Là aussi, le baryum a plus d'affinité pour l'acide carbonique que pour l'acide oxalique et le calcium beaucoup plus pour ce dernier acide que pour l'acide carbonique. Le strontium est intermédiaire.

Oxalates	Solution de carbonate de soude à froid	Solution de carbonate de soude à chaud	Poids atomiques
CaC_2O_4	16. 1 %	52.3 %	Ca = 40.1
SrC_2O_4	57.24 %	80.0 %	Sr = 87.6
BaC_2O_4	73. 2 %	88.0 %	Ba = 137.4

Ce tableau, extrait des recherches de W. Smith [2], nous montre que le baryum retient plus facilement l'acide carbonique et le calcium l'acide oxalique. Dans notre cas, le fait est identique ; c'est le baryum qui retient plus facilement l'acide sulfurique et le calcium qui retient de préférence l'acide oxalique.

La théorie de Berthollet, relative aux doubles décompositions, repose sur cette opinion que l'action des différentes substances chimiques les unes sur les autres, dépend non seulement du degré d'affinité des parties hétérogènes, mais encore de l'influence de la masse relative des substances agissantes et des conditions phy-

[1] W. Smith. loc. cit.

[2] W. Smith. *Chemical News*. t. XXXV, p. 272 et XXXVI, p. 30. — *Bull. Soc. chim. 30*, 119.

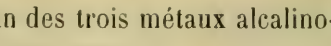
siques dans lesquelles s'accomplit la réaction. La grandeur de l'affinité est différente pour les corps divers et dépend essentiellement de l'insolubilité et de la volatilité.

Pour ce qui nous concerne, la loi de Berthollet peut en gros suffire à expliquer nos actions. En effet, la loi des masses est vérifiée ; nous avons vu que la décomposition de l'oxalate de baryum augmente avec l'accroissement de la concentration des solutions. Quant à la détermination de l'affinité d'un corps en se basant sur l'insolubilisation, nous pouvons évidemment arriver à une démonstration suffisante, en modifiant légèrement l'énoncé de la loi. Il faut que nous puissions démontrer que l'affinité est plus grande dans le cas de la formation d'un sel insoluble, que dans celui de la formation d'un sel soluble ou relativement soluble. L'affinité du calcium pour l'acide oxalique est très grande et l'oxalate de calcium est relativement peu soluble, tandis que celle pour l'acide sulfurique est presque nulle (par rapport à l'acide oxalique) et le sulfate de calcium peut être considéré comme un sel soluble. Si nous envisageons maintenant les résultats obtenus par W. Smith, nous pouvons faire le même raisonnement ; nous constatons que l'affinité du calcium pour l'acide oxalique est plus forte par rapport à celle pour l'acide carbonique, et, là encore, nous savons que l'oxalate de calcium est moins soluble dans l'eau que le carbonate de calcium. En outre, l'oxalate de calcium est légèrement décomposé, même à la température ordinaire, par les solutions de carbonates alcalins, tandis que nous venons de voir que les sulfates alcalins, sont, eux, sans action ; donc, l'acide carbonique a plus d'affinité pour le calcium que l'acide sulfurique

et là, de nouveau, la loi est confirmée, les solubilités sont différentes, c'est bien le carbonate de calcium qui est beaucoup moins soluble que le sulfate de calcium.

Quant au baryum, le raisonnement que l'on doit appliquer est identique au précédent. Sachant que l'oxalate de baryum est plus soluble dans l'eau que le sulfate de baryum, nous dirons immédiatement que le baryum retient plus facilement l'acide sulfurique que l'acide oxalique. C'est, en effet, ce que l'expérience confirme.

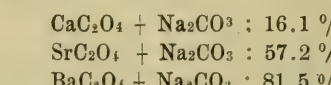
Un fait intéressant peut être constaté dans le système suivant :



$$RC_2O_4 + Na_2CO_3 = RCO_3 + Na_2C_2O_4$$

où R = l'un des trois métaux alcalino-terreux.

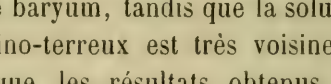
A froid, nous avons :



$$CaC_2O_4 + Na_2CO^3 : 16.1\ \%$$
$$SrC_2O_4 + Na_2CO_3 : 57.2\ \%$$
$$BaC_2O_4 + Na_2CO_3 : 81.5\ \%$$

L'oxalate de calcium est beaucoup moins soluble que l'oxalate de baryum, tandis que la solubilité des carbonates alcalino-terreux est très voisine. L'on pourrait admettre que les résultats obtenus par W. Smith ne dépendent dans ce cas que de la solubilité des trois oxalates. En effet, c'est l'oxalate de baryum qui est le plus décomposé et celui de calcium qui l'est le moins ; le strontium est toujours intermédiaire.

A l'ébullition, les résultats sont :



$$CaC_2O_4 + Na_2CO_3 = 52.3\ \%$$
$$SrC_2O_4 + Na_2CO_3 = 80.0\ \%$$
$$BaC_2O_4 + Na_2CO_3 = 88.6\ \%$$

A 100°, la solubilité dans l'eau des trois oxalates est

en effet plus forte, et la solubilité des carbonates alcalino-terreux présente à cette température de fortes variations. En effet, la solubilité du carbonate de baryum a plus que doublé ; par contre, celle du carbonate de strontium est restée invariable et celle du carbonate de calcium n'a subi qu'une légère augmentation. Nous pouvons déduire de celà, qu'à 100° l'affinité de l'acide carbonique est beaucoup plus grande pour le strontium que pour le baryum, peut-être pour la simple raison que l'oxalate de strontium est moins soluble que celui de baryum, et que le carbonate de strontium formé est, à 100°, deux fois et demi moins soluble que le carbonate de baryum. C'est ce que les résultats confirment : la décomposition de l'oxalate de strontium qui était, à froid, de 57,2 °/₀, a atteint, à 100°, 80 °/₀, soit une augmentation de 22,8 °/₀, tandis que celle de l'oxalate de baryum n'a augmenté que de 7,1 °/₀ (de 81,5 °/₀ à 88,6 °/₀).

Dans le cas de la décomposition des oxalates alcalino-terreux par les solutions des sulfates alcalins, nous pouvons appliquer le même raisonnement et nous voyons que les solubilités sont dans l'ordre suivant :

Pour les oxalates, c'est :

l'oxalate de calcium le moins soluble ;

l'oxalate de strontium l'intermédiaire ;

l'oxalate de baryum le plus soluble.

Tandis que l'inverse a lieu pour les sulfates, c'est :

le sulfate de baryum le moins soluble ;

le sulfate de strontium l'intermédiaire :

le sulfate de calcium le plus soluble.

Et si nous comparons ces diverses solubilités, nous constatons que les différences entre les trois oxalates

sont très petites, tandis qu'elles sont très grandes entre les sulfates.

Différences de solubilité entre les trois oxalates alcalino-terreux à 20° :

Oxalate de baryum = 0.0136195 gr.
Oxalate de strontium = 0.0075350 »
Différence = 0.0060845 gr.
Oxalate de strontium = 0.0075350 gr.
Oxalate de calcium = 0.0020100 »
Différence = 0.00552 gr.

Différences de solubilité entre les sulfates :

Sulfate de calcium = 0.205000 gr.
Sulfate de strontium = 0.014503 »
Différence = 0.180497 gr.
Sulfate de strontium = 0.014503 gr.
Sulfate de baryum = 0.000230 »
Différence = 0.014273 gr.

Ainsi, l'oxalate de baryum, qui est le plus soluble, a une solubilité *deux fois* plus forte que celle de l'oxalate de strontium et *sept fois* fois plus forte que celle de l'oxalate de calcium, le moins soluble ; par contre, le sulfate de calcium a une solubilité *quatorze fois et demi* plus élevée que celle du sulfate de strontium et *mille fois* plus forte que celle du sulfate de baryum. Les différences entre les oxalates sont très petites, tandis qu'elles atteignent d'assez fortes proportions entre les différents sulfates. L'oxalate de calcium se dissout à raison de 0,00201 g. dans 100 cc. de solution et le sulfate a une solubilité égale à 0,205 gr., soit environ *cent fois* plus forte que celle de l'oxalate ; l'oxalate de calcium doit avoir une décomposition excessivement faible. L'oxalate de baryum a une solubilité égale à 0,0136 gr. dans 100 cc. de sol., et le sulfate à 0,00023 gr., ce qui permet de prévoir que l'oxalate de

baryum doit subir une assez forte décomposition. Le strontium possède des valeurs intermédiaires entre le calcium et le baryum.

Les résultats que nous avons trouvés pour les décompositions à 15° avec des solutions contenant $^2/_{25}$ M. G. de sulfate de potasse par litre, après 9 heures d'action, sont les suivants :

Oxalates	Sulfate de potasse	Décomposition en %
de baryum	solution $^2/_{25}$ m. g.	50
de strontium	» »	6.88
de calcium	» »	—

Ces résultats concordent en effet avec les différentes solubilités que nous venons de comparer.

L'état physique du corps considéré a une grande influence sur l'affinité. Cette dernière peut atteindre des chiffres très différents suivant l'état de pulvérisation du sel. C'est pour cela que, dans nos recherches, nous avons toujours employé le même sel après l'avoir passé au travers d'un tamis déterminé ; c'est seulement dans ce cas que les résultats obtenus sont comparables. Voici les chiffres obtenus par H. Schreib[1] en étudiant l'action des solutions de chlorure d'ammonium sur différents carbonates de calcium. Les expériences qui suivent démontrent combien l'état physique des corps a de l'influence sur les résultats obtenus dans ce genre de recherches.

5 grammes des différents carbonates ont été chauffés avec 200 cc. d'une solution à 10 % de chlorure d'ammonium : voici les temps nécessaires pour dissoudre le carbonate :

[1] H. Schreib. *Zeit. f. angew. Chem.* 1889, p. 211. — *Bull Soc. chim.* 1890, p. 489.

5 gr. de carbonate de calcium fraîchement précipité	=	43 min.
5 » » » précipité depuis longtemps	=	55 »
5 » de calcaire ordinaire	=	90 »
5 » de marbre	=	120 »

L'état moléculaire, la forme cristalline dans laquelle cristallise la substance, le nombre de molécules d'eau de cristallisation, le degré de pulvérisation, etc., sont, sans nul doute, des facteurs qui doivent être pris en considération ; mais, lors de la détermination du coefficient de solubilité d'un corps dans l'eau, ces mêmes facteurs peuvent agir et par conséquent, en envisageant la solubilité d'un sel à une température donnée, il est sous-entendu que ce coefficient se rapporte à un sel de formule connue, cristallisant dans un certain système et ayant un nombre connu de molécules d'eau de cristallisation. Il semble donc que dans certains cas de doubles décompositions en présence d'eau, la connaissance du coefficient de solubilité des corps mis en présence et de ceux qui se forment suffit pour permettre de prévoir, approximativement tout au moins, la marche des réactions. Il est évident que, dans le cas de la formation de sels doubles, il faudrait connaître la solubilité de ces derniers.

La théorie de Berthollet admet que l'affinité des corps insolubles est égale à zéro. Une foule de travaux ont servi à démontrer qu'un corps insoluble ne se soustrait pas complètement à l'action chimique et que l'on peut admettre qu'un corps possède une sphère d'action qui varie suivant les corps; celle-ci est très grande pour les corps dissous et diminue à mesure que le corps devient de plus en plus insoluble. On peut donc admettre que l'affinité serait maximum chez les *corps*

fondus. D'après la méthode utilisée par Etard[1] pour la représentation graphique de la solubilité des sels dans l'eau, le corps fondu n'est pas autre chose que la solution de concentration maxima.

Si nous envisageons maintenant l'action des trois sulfates alcalins sur les différents oxalates alcalino-terreux, nous constatons que c'est le sulfate d'ammonium qui attaque le moins et le sulfate de potassium qui décompose le plus les oxalates alcalino-terreux.

La concentration des solutions des sulfates alcalins a une influence sur la décomposition des oxalates de baryum et de strontium. Les courbes représentant l'attaque en fonction de la concentration des solutions croissent rapidement jusqu'aux solutions $^1/_{25}$ M. G., et depuis, elles augmentent moins fortement et tendent à devenir parallèles à l'axe des X. Dans le cas de l'oxalate de baryum, l'action des solutions de sulfate de sodium en fonction de la concentration est, pour des solutions diluées, aussi énergique que celle par les solutions de sulfate de potassium de même concentration, mais la décomposition par ce dernier sel croît rapidement avec l'augmentation de la concentration des solutions.

Au point de vue analytique, les résultats que nous avons obtenus montrent que l'on peut précipiter, sans crainte d'erreur, une solution de sulfate de calcium par les oxalates alcalins ; il est préférable d'employer l'oxalate de potassium, d'opérer en solution diluée et à la température ordinaire. En outre, les sulfates alcalins ne gênent pas la précipitation.

Les recherches entreprises depuis plusieurs années

[1] Etard. *Ann. de Chim. et Phys.*, 7me série, t. II et III.

dans les laboratoires de M. le prof. Louis Duparc, sur l'action d'une foule de sels, sur les carbonates, oxalates, phosphates, etc., de calcium, de baryum et de strontium doivent servir à l'étude approfondie des propriétés des métaux alcalino-terreux. Nous continuons ces recherches, qui certainement ne présentent pas un grand intérêt d'investigation, parce que nous estimons que l'on pourra différencier beaucoup plus facilement les sels alcalino-terreux par l'étude de leurs propriétés que par celle de leurs compositions.

Nous comptons publier prochainement un mémoire sur l'action de plusieurs sels solubles sur les oxalates métalliques réputés insolubles, en présence d'eau.

Laboratoire de chimie analytique de l'Université
de Genève, janvier 1906.

LES

ACCUMULATIONS POSITIVES ET NÉGATIVES D'EAU

PAR

les Sources, les Lacs, les Neiges et les Glaces

par A. Wœikof

Les résultats de périodes riches et pauvres en précipitations atmosphériques sont très différents suivant les conditions morphologiques et géologiques des pays, leur végétation, leur climat. L'eau s'écoule tantôt vite par ruissellement, et s'il en tombe beaucoup en peu de temps, des crues violentes s'en suivent; tantôt cette eau, arrêtée par une végétation luxuriante, surtout arborescente, sature le sol; ou bien elle s'accumule dans des cavités souterraines, des lacs, des névés et glaciers, et n'arrive que lentement, quelquefois après beaucoup d'années, ou de siècles dans les thalwegs des rivières.

Je commence par un cas imaginaire, qui ne se trouve nulle part sur la terre dans toute sa pureté, mais dont certaines régions approchent plus ou moins, celui d'une pluie qui tombe sur un bassin composé de roches entièrement imperméables, où non seulement les vallées, mais toute l'étendue du bassin ont une pente continue, sans dé-

pressions fermées d'aucune espèce. Dans ce cas il y aura seulement ruissellement superficiel de l'eau, qui arrivera vite à la vallée la plus voisine.

Le seul obstacle à l'arrivée des eaux à l'aval du bassin sera le frottement, qui retardera l'eau en proportion directe de l'éloignement et en proportion opposée de l'inclinaison de la pente. Seule l'eau évaporée à la surface se perdra.

Dans ces conditions, s'il ne tombe pas de pluie, la partie inférieure de la rivière sera à sec, après le nombre de jours nécessaire à l'arrivée de l'eau de la partie la plus éloignée du bassin où il est tombé des pluies. Il n'y aura que des rivières intermittentes si les pluies manquent, pendant des périodes dont la longueur dépend de la distance et de la pente.

Même dans le cas imaginaire d'accumulation minimum celle-ci ne tombe pas à zéro, car les rivières ont encore de l'eau quelques jours ou même quelques mois après qu'il ne tombe pas de pluie dans leurs bassins. Il y aura même une grande accumulation d'eau dans le lit des rivières, même si les pluies ne tombent pas en même temps sur tout le bassin. Si par exemple la pluie tombe 2 jours plus tard dans le bassin d'un affluent de gauche que dans celui d'un affluent de droite, mais que, vu la distance, l'eau arrive du second, 2 jours plus vite que du premier, il y aura simultanéité de crue si les embouchures des deux affluents sont voisines.

Si les sols sont plus unis, moins perméables et s'il y a des cavités dans le sous-sol et les roches, cavités où l'eau circule avant d'atteindre les sources, il y aura une accumulation d'eau beaucoup plus considérable après les pluies ou la fonte des neiges, c'est-à-dire qu'une

partie plus ou moins grande de l'eau n'atteindra les rivières que dans un temps beaucoup plus long que l'eau qui ruisselle superficiellement, et l'évaporation par le sol enlèvera aussi une partie plus importante de l'eau. L'eau des cavités souterraines n'apparaîtra par les sources, que quelques mois après la pluie ou la fonte des neiges, souvent dans une période pauvre en pluies ou qui en est privée entièrement. Ce sont les sources qui soutiennent les *niveaux d'étiage* des rivières.

Dans ce cas on peut déjà distinguer une *accumulation positive et négative.*

Un exemple fera voir le mieux de quoi il s'agit. Nous trouvons souvent la remarque dans les descriptions de pays tropicaux à saisons pluvieuses et sèches bien tranchées qu'une pluie d'une certaine intensité par exemple de 50 mm. en un jour, ne causera pas de crue au commencement de la saison des pluies et en causera une au milieu ou à la fin de cette saison. Quelle est la cause de cette différence?

Avant la saison des pluies le sol et le sous-sol sont presque secs, les cavités souterraines sont presque vides d'eau, les premières pluies sont avidement absorbées par le sol et le sous-sol, une végétation plus ou moins luxuriante s'empare de cette eau emmagasinée par le sol, les dépressions et les cavités souterraines se remplissent d'eau, il en reste peu pour le ruissellement superficiel et des pluies considérables ne causent pas de crues rapides. C'est que la saison sèche prédédente a absorbé par évaporation (du sol, des eaux stagnantes des dépressions, des plantes) et par écoulement (des cavités souterraines) l'eau qui se trouvait auparavant; elle a causé *une accumulation négative d'eau*, fait des

vides qui doivent être comblés et qui le sont par les premières pluies.

Si les pluies continuent, le sol, le sous sol, les plantes, les cavités souterraines absorbent toute l'eau qu'ils peuvent contenir, un surplus de pluie ne trouve plus de place et s'écoule superficiellement, causant des crues rapides. Dans ce cas il y a *accumulation positive d'eau.*

Dans les pays à neiges peréennes (c'est-à-dire fondant chaque année pendant la période estivale) il y a aussi accumulation d'eau sous forme de neige, ou de glace[1], depuis la chute de la neige jusqu'à sa fonte. Les plus grandes étendues où l'on observe ce phénomène, sont les plaines au Nord des continents Eurasien et Nord-Américain. Les rivières y ont une crue forte et régulière au printemps et au commencement de l'été (dans les parties basses des grands fleuves et dans les hautes latitudes). La fonte des neiges cause des crues beaucoup plus considérables que des pluies d'été donnant autant d'eau et cela pour deux raisons. 1° Le sol étant gelé quand commence la fonte des neiges, l'eau de la fonte s'écoule sur ce terrain gelé comme sur une roche compacte et arrive vite aux thalwegs des ravins, ruisseaux et rivières. 2° La température étant encore basse la végétation absorbe peu d'eau, elle en prend beaucoup en été. Cela, comme aussi l'infiltration de l'eau, explique la rareté des crues en été dans la plaine russe (à l'exception des crues de ruisseaux après des averses). Beaucoup de pays montagneux ont aussi des neiges péréennes, par lesquelles l'eau s'accumule pendant plusieurs mois, pour donner une réserve d'eau en été aux vallées et plaines environnantes.

[1] Quand il y a eu fonte et regel.

Dans le cas des neiges péréennes, il n'y a pas d'accumulation négative, mais seulement une accumulation positive différente selon les pays et les années.

Avec *les lacs*, nous avons *une accumulation positive* si nous considérons toute leur eau, et une accumulation positive et négative si nous prenons les variations saisonnières et à plus longues périodes, (de quelques années ou siècles, etc.) de leurs eaux.

Les lacs à écoulement (ou à émissaire) sont des régulateurs excellents des rivières et des fleuves. Ainsi la Néva, émissaire du Ladoga, le plus grand lac de l'Europe (recevant à son tour les eaux d'autres grands lacs, l'Onego, le Saïma, l'Ilmen) n'a pas de crue printanière, la masse des eaux lacustres étant si grande que l'eau de la fonte des neiges a peu d'influence. Le niveau des eaux du lac varie en des périodes irrégulières de plusieurs années.

Quant à l'accumulation positive et négative des lacs, elle s'explique ainsi. Une grande partie du surplus de l'eau que donnent les années riches en précipitations s'emmagasine dans le lac et il faut plusieurs années pauvres en pluie et neige pour enlever ce surplus. Il y a, pour ainsi dire, deux mécanismes qui y contribuent. Dans tous les lacs, c'est l'évaporation. A moins que toutes les berges ne soient à pic, une augmentation de la quantité d'eau des lacs augmentera non-seulement la hauteur d'eau, mais aussi la surface des lacs, et causera une évaporation plus considérable. Pour les lacs sans issue, c'est l'évaporation seule qui enlève le surplus, quant aux lacs à issue, les émissaires enlèvent plus d'eau quand il y en a beaucoup dans le lac que quand il y en peu, car 1° les sections transversales des émissaires aug-

mentent, 2° la vitesse d'écoulement augmente aussi, grâce à l'augmentation de la pression hydrostatique due à l'élévation du niveau de l'eau. Vice versa, les émissaires mènent moins d'eau que d'ordinaire si les eaux des lacs sont basses, par suite de la diminution de la section transversale et de la pression hydrostatique.

Vu le manque d'émissaires, *les lacs sans issue sont des accumulateurs, des témoins plus complets que les lacs à émissaires*. On sait que ce sont les informations sur la variation du niveau de la Caspienne qui ont donné au prof. Brückner la première idée de son cycle de 34 à 36 ans pendant lequel se suivraient des années froides et pluvieuses, favorables à une accumulation d'eau, et des années chaudes et pauvres en précipitations qui donnent une accumulation négative.

Les lacs, comme les interstices du sol et les cavités souterraines aboutissant aux sources, prennent du temps pour se remplir, et une année très pluvieuse venant après quelques années sèches ne pourra encore remplir un lac, comme le Léman, jusqu'à son niveau moyen. L'accumulation négative se fera encore sentir. De même une année sèche après une période très pluvieuse laissera le lac au-dessus de son niveau moyen.

Pour les lacs de la même catégorie ceux qui sont grands en comparaison de leur bassin seront de bons accumulateurs ou témoins, ceux qui sont petits en comparaison du bassin se rempliront et se videront vite.

J'ai cité la période du prof. Brückner, il est fort possible qu'il y en ait de plus longues, et il est certain qu'il y a des temps, soit en périodes régulières, soit non périodiques, pendant lesquels alternent des années riches et d'autres pauvres en eaux. Il est certain que

l'histoire du globe terrestre a eu beaucoup de ces alternances, quelques unes très longues et très considérables, c'est-à-dire donnant une grande variation de la quantité d'eau.

Les lacs avec leur augmentation ou diminution d'eau peuvent servir de témoins. Dans les pays très secs comme la région aralo-caspienne, presque toute l'Asie Centrale, le Sahara, l'ouest des Etats-Unis (hors la région côtière du Pacifique) on trouve une quantité de berges, d'efflorescences salines occupant la place d'anciens lacs, etc. qui sont des témoins d'une accumulation négative d'eau de lacs, montrant une grande diminution d'eau depuis la période quartenaire. Les géologues américains ont même reconstitué les limites de deux grands lacs, l'un dans l'Utah (lake Bonneville dont le Grand lac Salé est le reste très diminué) et le lake Lahontan dans le Nevada (les lacs Pyramid et Humbolt en sont les restes) et montré qu'ils avaient des émissaires, c'est-à-dire qu'ils étaient des lacs d'eau douce avant la diminution de la quantité d'eau qui a fait baisser leur niveau et les a convertis en lacs salés.

Les dépôts de sel gemme et d'autres chlorures et sulfates sont certainement dus à des déssèchements pareils. Ce sont, soit des restes de lacs salés, soit de golfes de mers méditerrannées pareilles au golfe de Karaboghaz de la Caspienne. Mais la terre n'a pas toujours marché vers le déssèchement. Nous trouvons des dépôts de chlorures et de sulfates depuis le Silurien, ils sont recouverts de dépôts marins, lacustres ou terrestres (loess) et souvent les climats actuels des pays où se trouvent ces dépôts salins (par exemple les Carpathes, les Alpes autrichiennes, les environs de Berlin, le NW de l'Angleterre) ne sont pas favorables aux lacs sans issue.

Si un pays se dessèche, la présence d'un lac profond comme la Caspienne, sera encore longtemps un témoin ou une accumulation, due à un temps plus riche en eau. L'évaporation du lac ralentira la dessication des pays environnants, surtout s'il se trouve dans le voisinage des montagnes où les vapeurs puissent aisément se condenser.

On connaît la sécheresse de presque tout le pourtour de la Caspienne, et cependant il y a une exception très remarquable — ce dont les provinces persanes de Ghilan et de Masendaran situées au sud du lac et bornées au sud par la chaîne de l'Elburs. Les vapeurs apportées du lac par les vents dominants du Nord se condensent sur les montagnes en pluies et neiges, et les deux provinces ont des eaux abondantes, une végétation luxuriante et un air extrêmement humide. Il en est de même du district russe limitrophe de Lenkoran. Nulle part dans ces latitudes, à l'exception du Japon et de l'Est des Etats-Unis, pays voisins de l'Océan, on n'a des pluies aussi abondantes, une humidité aussi grande ; généralement ces latitudes (36°, à 38° $^1/_2$ N) ont un climat très sec, surtout en été.

Il faut encore considérer la grande distance de ces provinces à l'Océan et le fait qu'elles sont séparées de la mer Noire, de la Méditerrannée et de l'océan Indien par de hautes montagnes. C'est donc la Caspienne qui est la cause des pluies et neiges et de l'humidité de l'air de cette région. Voilà donc un cas d'accumulation grandiose des eaux. La Caspienne pourrait baisser beaucoup avant que la diminution des pluies et neiges sur les crêtes de l'Elburs soit grande, car le lac est profond dans sa partie méridionale. Pour bien des années encore, la

diminution d'étendue du lac serait en partie compensée par l'intensité plus grande de l'évaporation.

En cas d'une longue période sèche des lacs étendus et profonds comme le Baïkal en Asie, les 5 grands lacs entre le Canada et les Etats-Unis et certains autres dans l'Amérique du Nord, le Victoria Nyanza dans l'Afrique donneraient encore beaucoup d'eau avant de disparaitre et ceci grâce à l'immense accumulation d'eau qui y existe maintenant.

L'accumulation positive et négative ou régularisation des eaux par les lacs est très importante pour l'homme en prévenant les inondations et les disettes d'eau, en donnant une réserve pour les besoins de l'agriculture (aidée par l'irrigation artificielle) la navigation et la force motrice de l'eau. Heureux sont les pays qui en sont bien pourvus. Dans les pays pauvres en lacs ou qui en sont privés, l'homme a suppléé à la nature en créant des lacs artificiels par des barrages. Certains de ces bassins ont, ou ont eu, la grandeur des lacs alpins de moyenne étendue, comme ceux qui existaient pour les besoins de l'irrigation dans le sud de l'Inde et à Ceylan et ceux qui régularisent les eaux employées comme force motrice par les usines de l'Oural. Certains projets de lacs artificiels sont plus grandioses encore.

L'accumulation d'eau par les neiges et glaciers est plus efficace encore que par les lacs.

Combien de milliers d'années n'a-t-il pas fallu pour former les mers de glace qui couvrent le Groenland et le continent polaire austral, combien en faudra-t-il pour les fondre, si tant est que les conditions de climat le permettent un jour. Quant aux glaces immenses qui couvraient des parties considérables de l'Europe et de l'Amérique du Nord, on sait que la fonte a eu lieu.

L'accumulation d'eau par les neiges et les glaces a beaucoup d'analogie avec celle des lacs par rapport aux eaux des rivières. Dans l'un et l'autre cas il y a retard régularisation des eaux ; mais la ressemblance s'étend plus loin encore.

Pour *l'eau* des lacs, *celle qui est au-dessus de l'étiage le plus bas de la période est l'eau disponible, la masse qui circule.* Si le climat devient plus sec, une réserve nouvelle devient disponible, celle qui se trouve jusqu'au seuil de l'émissaire. Ce qui se trouve au-dessous n'est plus disponible comme eau courante, c'est une réserve qui donne seulement de la vapeur d'eau.

Pour les glaciers, la variation jusqu'à la moindre contenance de glace de la période actuelle est la quantité disponible dans les conditions de climat que nous avons, le reste peut être comparé à l'eau des lacs entre l'étiage le plus bas actuel et le niveau du seuil de l'émissaire.

On sait bien, et je n'ai pas à insister sur ce point, la relation intime des glaciers avec les lacs à issue. Nous avons peu de lacs à issue grands et profonds hors de pays deglaciation actuelle ou récente. (Les exceptions les plus notables sont : le Baïkal, le Titicaca, le Nicaragua, les grands lacs de l'Afrique centrale). Les deux régions à la plus grande densité de lacs (celle de l'Est de l'Amérique du Nord et celle qui occupe tout le pourtour de la Baltique sont les régions de glaces continentales récentes des latitudes moyennes.

NOTE

SUR LES

COUSSINETS DE DÉSARTICULATION DU PÉTIOLE

CHEZ QUELQUES LABIÉES

PAR

John BRIQUET

I.

La morphologie des Labiées présente, en ce qui concerne le mode d'insertion des feuilles sur les tiges, une très grande uniformité. Le plus souvent, le pétiole (quand il existe) est applati ou canaliculé à sa face supérieure et cette disposition reste la même jusqu'à la base de l'organe, lequel, une fois séparé de la tige, laisse sur celle-ci une cicatrice de même forme que la section transversale du pétiole. On ne sait d'ailleurs rien ou à peu près rien sur la façon dont s'opère la chute de la feuille et sur la manière dont la plaie se cicatrise, ce qui présenterait cependant un certain intérêt, surtout quand il s'agit de feuilles et de rameaux persistants.

Nous avons tout d'abord découvert les singuliers organes qui font l'objet de cette note chez un *Plectran-*

thus nouveau originaire du Transvaal, que nous avons appelé *Plectranthus arthropodus*[1]. Mais un examen ultérieur de la série des *Plectranthus* de l'Herbier Delessert nous a fait retrouver une organisation analogue chez une autre espèce austro-africaine de ce genre, le *P. petiolaris* E. Mey ; et aussi, mais à un moindre degré, chez le *P. saccatus* Benth., ainsi que chez les autres espèces de la section *Germanea* (*P. fruticosus* L'Hérit. et *P. ciliatus* E. Mey.).

Chez les *P. saccatus* Benth. (Fig. 1 A), *fruticosus* Benth. (fig. 1 B) et *ciliatus* E. Mey., le pétiole ne

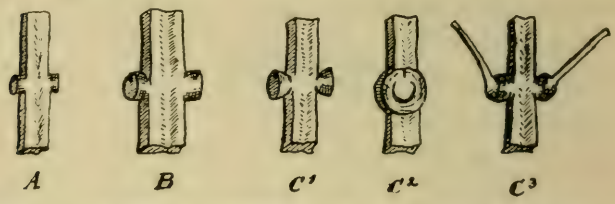


Fig. 1. — A, Coussinet de désarticulation (après la chute de la feuille) chez le *Plectranthus saccatus;* B, le même chez le *P. fruticosus;* C, le même chez le *P. arthropodus;* C¹, vue latérale de l'hémisphère basilaire; C². vue faciale de l'hémisphère basilaire montrant la cicatrice; C³, vue latérale du coussinet avant la désarticulation. Grandeur naturelle.

repose pas à proprement parler sur un coussinet. Mais au lieu de se séparer de la tige au plan d'insertion de la feuille, il se produit un cadre de déhiscence situé *au-dessus* de cette base, de sorte que le pétiole laisse sa partie basilaire sur sa tige, après la chûte de la feuille.

Dans le *P. petiolaris* E. Mey., le pétiole est véritablement pourvu d'un coussinet basilaire. Il est renflé en forme de poire à sa base même. Ce coussinet pyri-

[1] Voy. Briquet in *Bull. Herb. Boiss.* 2me sér. vol. III p. 1073 (ann. 1903).

forme laisse très rapidement apercevoir dans sa région équatoriale une ligne de déhiscence circulaire. Le coussinet se divise ainsi, perpendiculairement à son axe, en deux parties, dont l'une apicale fait corps avec le pétiole et tombe avec la feuille, tandis que l'autre basilaire reste attachée à la tige. La partie basilaire est haute de env. 1,5 mm. ; elle offre une cicatrice plane, de contour circulaire, avec un étroit sillon à la partie supérieure, mesurant 2-3 × 2-3 mm. de surface. On distingue très facilement à l'œil nu sur cette cicatrice les faisceaux disposés en forme de croissant.

Enfin chez le *P. arthropodus* Briq. (fig. 1 C^3), le coussinet est plus petit, mais peut-être encore plus différencié. Sa forme générale est presque sphérique. Après la chûte de la feuille, l'hémisphère basilaire présente l'apparence d'une cupule haute de 1-2 mm. (fig. 1 C^1). Les faisceaux sont disposés en un croissant dont les deux extrémités se touchent presque.

Les feuilles à pétioles pourvu de coussinets de désarticulation basilaires des *Plectranthus* de la section *Germanea* ouvrent dans la morphologie des Labiées un chapitre nouveau. Jamais jusqu'à présent, en effet, on n'avait observé d'organes de ce genre dans la famille. D'une façon générale, la désarticulation du pétiole *au-dessus* de sa base est même un phénomène rare chez les Dicotylédones et que nous ne voyons guère signalé dans la littérature que chez quelques types à feuilles composées (diverses Légumineuses, Rosacées et Oxalidacées). Il était donc doublement indiqué de se livrer à un examen anatomique exact de ces curieux organes et d'élucider le mécanisme de leur désarticulation.

II.

Pour nous orienter sur l'organisation intérieure des coussinets basilaires, nous avons fait l'anatomie du pétiole d'une feuille moyenne chez le *P. arthropodus*. Voici les résultats de cette étude.

La section transversale opérée à travers la partie inférieure d'un coussinet présente une forme vaguement circulaire (fig. 2). Le côté ventral de la coupe offre un sillon assez profond, mais à flancs très rapprochés ou

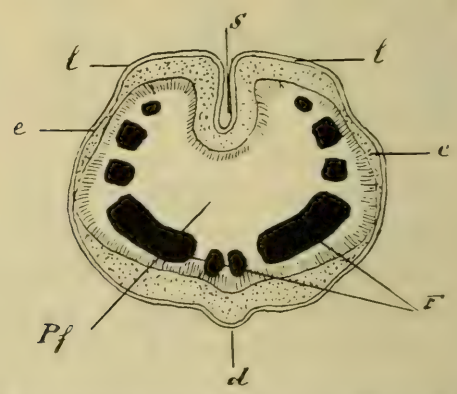


Fig. 2. — Section transversale d'ensemble opérée à la base de l'hémisphère basilaire du coussinet de désarticulation chez le *P. arthropodus; S*, sillon ventral; *l*, cornes latérales; *d*, saillie dorsale; *e*, épiderme; *c*, collenchyme hypodermique; *F*, faisceaux; *Pf*, parenchyme fondamental. Fortement grossi.

contigus. Sur les flancs et le dos existent des saillies peu marquées dont la dorsale est un peu plus accentuée que les autres. L'épiderme microcytique porte une forêt de glandes stipitées, à axe unisérié pluricellulaire, à glande terminale globuleuse très active, le plus souvent unicellulaire. L'épiderme est sous-tendu par une couche de collenchyme, du type concave, qui remplit

les saillies mentionnées ci-dessus, et aussi le sommet des cornes, à droite et à gauche du sillon ventral. Le collenchyme passe insensiblement, à l'intérieur, à un chlorenchyme microcytique à éléments polygonaux. Les faisceaux sont disposés en arc, à liber appuyé contre des paquets de stéréome péricyclique isolés les uns des autres, de force correspondant à la masse de faisceaux qu'ils accompagnent.

Les faisceaux sont au nombre de deux au moment où ils sortent de la stèle caulinaire. Mais presque immédiatement, ces deux faisceaux volumineux détachent à droite et à gauche plusieurs faisceaux plus petits. Enfin, fait bien exceptionnel chez les Labiées, les deux faisceaux fondamentaux détachent encore chacun un petit faisceau sur leurs côtés *intérieurs*. L'ensemble de ces faisceaux de calibres variés est disposé en forme de croissant dont les pointes sont tournées vers les cornes.

L'histologie des faisceaux peut être résumée de la façon suivante. Le bois des gros faisceaux est constitué par des files de trachées spiralées, au nombre de 3-4-6 éléments, séparées par une mince branche de parenchyme unisériée, ou contiguës. L'endoxyle est formé par des éléments microcytiques à parois cellulosiques tendres entre lesquels on distingue des trachées initiales annelées ou parfois spiralées, à spirule lâche, à parois lignifiées. Dans les petits faisceaux, le nombre des séries de trachées se réduit à 2-3. Souvent même, le bois ne comporte plus que 3-4 trachées, serrées les unes contre les autres et dans lesquelles on ne peut plus distinguer d'arrangement linéaire. — Le liber présente les caractères normaux de ce tissu chez les Labiées. — Enfin, la concavité de l'étui fasciculaire est occupée par

un parenchyme macrocytique lâche, à méats aérifères nombreux, séparé de l'épiderme du sillon pétiolaire ventral par une couche de collenchyme assez épaisse.

L'image présentée par la section transversale du pétiole au-dessus du coussinet basilaire est bien différente de celle qui vient d'être esquissée (fig. 3).

La face ventrale présente maintenant une surface faiblement concave. Sur les flancs du pétiole deux profond sillons dessinent très nettement les cornes, qui sont étroites et étalées. La face dorsale présente un étroit sillon. A droite et à gauche du sillon dorsal, le

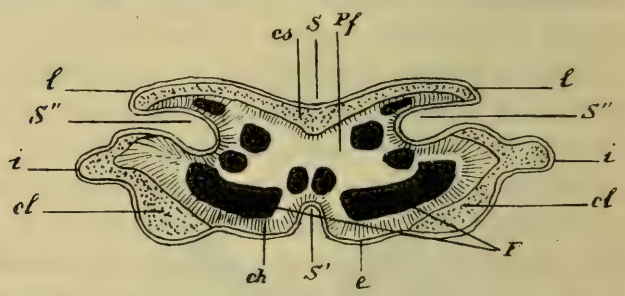


Fig. 3. — Section transversale d'ensemble du pétiole opérée au-dessus du coussinet basilaire chez le *P. arthropodus*; *S*, sillon ventral; *S'*, sillon dorsal; *S''*, sillons latéraux; *l*, cornes latérales; *i*, saillies latérales; *e*, épiderme; *cs*, collenchyme supérieur; *cl*, plages de collenchyme latérales; *ch*, chlorenchyme; *F*, faisceaux; *Pf*, parenchyme fondamental. Fortement grossi.

corps du pétiole se différencie en deux moitiés symétriques plus larges que hautes. Le collenchyme hypodermique constitue une bande assez épaisse sur la face ventrale. Il occupe également les extrémités des deux moitiés symétriques du corps pétiolaire et s'étend de là en bande plus mince et en atténuant son épaisseur sur le dos et sur les flancs du pétiole. Les faisceaux, habituellement au nombre de 10, sont bizarrement disposés de façon à suivre à peu près les lignes d'une lyre sur

la coupe transversale. — On reconnaît fort bien les deux faisceaux fondamentaux, les plus volumineux, qui sont placés dans les deux moitiés symétriques du corps pétiolaire, à droite et à gauche du sillon dorsal. Les deux petits faisceaux latéraux internes sont accouplés au-dessus du sillon dorsal. Les faisceaux latéraux extérieurs sont disposés comme suit : Deux sont situés au-dessous des sillons latéraux de façon à dominer les faisceaux fondamentaux. Deux autres occupent le fond des sillons latéraux Les deux derniers sont situés dans les cornes du pétiole. — Le centre du pétiole est garni d'un parenchyme lâche, à éléments médiocres. — Quant au chlorenchyme, il dessine une mince bande sous l'épiderme et sous le collenchyme, tant sur le dos que sur les flancs du pétiole.

Le passage de l'organisation anatomique du coussinet à celle du pétiole est extrêmement rapide, on pourrait même dire presque subite ; il s'effectue au point où le pétiole prend le calibre égal qui le caractérise jusqu'à la naissance du limbe.

III.

Les curieux organes dont nous venons de décrire l'apparence extérieure et l'organisation intérieure, nous offraient une occasion de fournir les premiers renseignements sur le mécanisme de la chûte des feuilles chez les Labiées et sur les circonstances anatomiques qui l'accompagnent.

Une coupe transversale d'ensemble à travers un nœud caulinaire (fig. 4), passant par le plan longitudinal médian d'un coussinet pétiolaire, montre les deux

faisceaux fondamentaux s'échappant de la stèle par couples opposés et une disposition des masses libéro-ligneuses caulinaires qui cadre avec la norme réalisée dans la grande majorité des Labiées[1].

La coupe longitudinale d'une pétiole adulte amène presque infailliblement la désarticulation du coussinet. La partie basilaire de ce dernier a la forme d'une large amphore à pied court. Les deux faisceaux fondamentaux, d'abord rapprochés dans le pied, s'écartent l'un

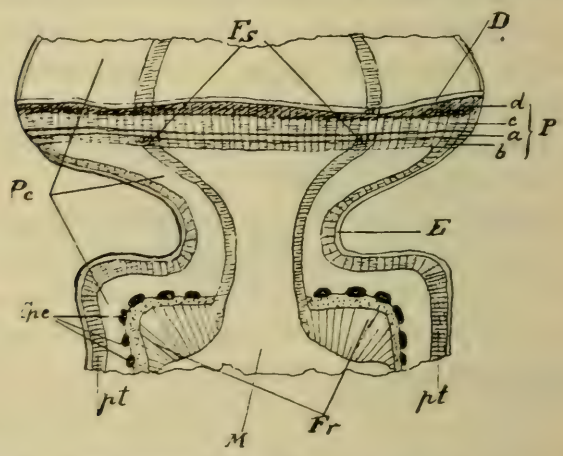


Fig. 4. — Coupe transversale d'ensemble à travers un nœud caulinaire passant par un coussinet de désarticulation chez le *P. arthropodus*; *E*, épiderme; *pt*, périderme caulinaire; *Pe*, parenchyme cortical; *D*, zone de désarticulation du coussinet; *P*, zone phellogénique de cicatrisation comprenant un étage phellodermique (*b*), un étage phellogénique (*a*), un étage péridermique (*c*) et un étage scléreux (*d*); *m*; moelle; *Fr*, faisceaux caulinaire restants, entourés de colonnettes des stéréome *Cpe*, *Fs*, faisceaux sortants. Fortement grossi.

de l'autre dans la partie évasée de l'amphore, en détachant les premiers faisceaux latéraux extérieurs. La moelle s'échappe de la stèle par la brèche due à la

[1] Voy. Briquet, Monographie du genre Galeopsis, p. 42. Bruxelles, 1893.

sortie des faisceaux et vient former le tissu macrocytique qui remplit la concavité de l'étui fasciculaire dans le pétiole. Ses éléments d'abord plutôt médiocres ou petits à la sortie de la stèle, deviennent plus volumineux à mesure que l'on avance vers l'amphore ; ils sont assez régulièrement alignés en rangées disposées en éventail à cause de l'augmentation graduelle du calibre des cellules. L'écorce présente aussi une épaisseur plus grande à mesure que l'on gagne la région équatoriale du coussinet ; ses cellules sont d'ailleurs organisées sur le même type parenchymateux, mais elles sont en général plus allongées dans le sens de l'axe de l'organe. Les éléments parenchymateux, tant de l'écorce que de la moëlle, conservent en majorité leurs parois minces et cellulosiques. Cependant certaines d'entre elles épaississent et lignifient fortement leurs parois. Ces scléréides sont criblées de ponctuations arrondies ou elliptiques extrêmement nombreuses.

Nous avons dit plus haut que la ligne de désarticulation se manifestait de bonne heure extérieurement par sa coloration plus foncée. Dans le plan circonscrit par cette ligne extérieure, on voit toutes les cellules vivantes (parenchymateuses) se distinguer par leur teneur plus grande en amidon et effectuer quelques cloisonnements parallèles au plan de désarticulation. Les éléments de la région moyenne de cette zone se résorbent ou se rattatinent, tandis que les autres s'arrondissent. Dès lors, le choc le plus léger suffit pour détacher le pétiole qui entraine avec lui la coupole du coussinet.

Bien avant que ce processus se produise, la cicatrisation de la plaie est déjà préparée (fig. 5). En effet, un peu au-dessous du plan de désarticulation, on voit de

bonne heure s'établir un méristème transversal qui intéresse également tous les tissus, sauf les trachées et les tubes criblés. Ce méristème, formé d'éléments très larges et fort courts, fonctionne avec énergie ; il est générateur d'éléments nouveaux tant du côté interne, que du côté extérieur. C'est donc un véritable phellogène, bien qu'il se distingue des phellogènes normaux,

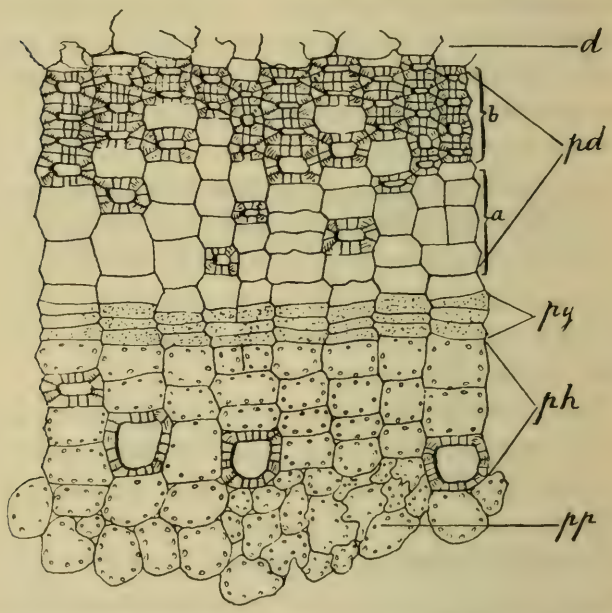


Fig. 5. — Coupe longitudinale de la zone phellogénique de cicatrisation dans un coussinet du *P. anthropodus*; *pp*, parenchyme pétiolaire; *ph*, phelloderme chlorophyllien avec scléréides phellodermiques; *ph*, phellogène; *pd*, périderme comprenant un étage de liège *a* et un étage scléreux *b*; *d*, zone de désarticulation. Très fortement grossi.

ainsi qu'on le verra plus loin, par la différenciation ultérieure des éléments qui en dérivent.

Du côté intérieur, le phellogène produit un phelloderme assez normal, mais peu considérable. Les élé-

ments polyédriques, macrocytiques, arrondissent bientôt leurs angles, de façon à laisser entre eux des méats aérifères. La plupart d'entre eux conservent des parois cellulosiques minces et tapissent leur plasma pariétal de chlorophastes. D'autres — ce sont en général les plus volumineux — sclérifient et lignifient fortement leurs membranes et se transforment en scléréides, semblables à celles qui ont été décrites plus haut dans le parenchyme fondamental. — Le plan d'appui du phelloderme contre le parenchyme primaire n'est pas très marqué, mais cependant assez facile à reconnaître. La régularité des étages de cellules y est en effet rompue pour céder le pas à des positions désordonnées. Tantôt les éléments très arrondis du parenchyme primaire, laissent entre eux des méats considérables. Tantôt, au contraire, ces éléments écrasés les uns contre les autres, montrent dans leurs parois des plis multiples.

Du côté extérieur, les éléments dérivés du phellogène sont plus nombreux, à cellules plus petites, à étages très réguliers. — Des nombreuses cellules péridermiques, une partie seulement se transforme en liège. La subérisation est d'ailleurs régulière et ne présente aucun caractére spécial. — Ça et là, à quelques assises de distance du phellogène, on voit des cellules isolées se sclérifier très fortement et lignifier leurs membranes tout en réduisant énormément leur lumen. Les parois en sont criblées de canalicules parallèles, de section circulaire. Ces scléréides péridermiques diffèrent le plus souvent nettement des scléréides formées dans le parenchyme primaire par leur forme quadratique, étirée suivant le diamètre, tandis que les autres sont

polyédriques ou arrondies, beaucoup plus isodiamétriques. — A mesure que l'on s'éloigne du phellogène pour se rapprocher de la surface cicatricielle, les sclréides deviennent plus nombreuses. Sous cette surface même elles forment une plaque presque continue. Au contact extérieur de cette plaque, on voit les restes du tissu de désarticulation, dont les éléments isolés par le périderme sous-jacent ont péri d'inanition et se sont graduellement détruits.

IV.

L'activité phellogénique n'est pas localisée exclusivement dans le coussinet de désarticulation : elle existe aussi dans les nœuds caulinaires.

Des coupes pratiquées à travers les entrenœuds moyens du *Plectranthus arthropodus*, pendant l'anthèse, ne montrent pas de périderme. Mais au voisinage immédiat du nœud, il se produit un phellogène cortical, dont les initiales sont situées dans l'assise hypodermique (fig. 6). C'est d'abord sur les faces qui correspondent aux faisceaux sortants que les divisions se produisent et c'est aussi sur ces faces qu'elles descendent le plus bas au-dessous du plan de sortie des faisceaux. Le phellogène hypodermique remonte dans le coussinet de désarticulation et vient se raccorder avec le périderme cicatrisé sur toute la périphérie de la cicatrice.

Le fonctionnement du phellogène caulinaire, au moins dans les stades que nous avons examinés, est unilatéral. Il ne se forme que du liège et point de phelloderme. Les cellules matrices sont situées du côté in-

terne ; elle restent très minces suivant le rayon. Les cellules destinées au liège sont repoussées vers l'extérieur, elles deviennent plus volumineuses et ne tardent pas à se subériser.

Le périderme hypodermique de raccord du coussinet (fig. 4) possède également un phellogène à fonctionnement unilatéral, mais les cellules du liège restent moins volumineuses.

Dans les angles caulinaires, le périderme s'appuie directement contre les colonnes de collenchyme angulaire. Sur les faces, il s'appuie contre le chlorenchyme

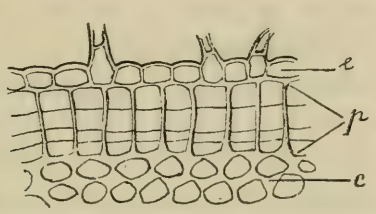


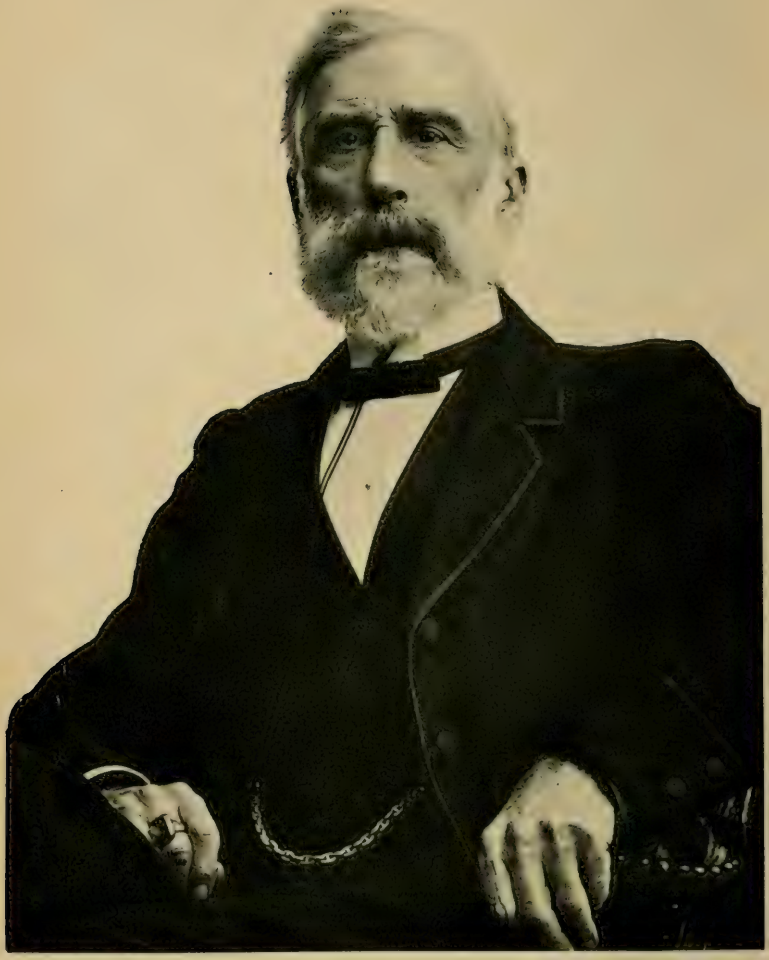
Fig. 6. — Coupe transversale des régions hypodermiques dans la partie supérieure d'un entrenœud adulte chez le *P. arthropodus*; *e*, épiderme; *p*, périderme hypodermique; *c*, collenchyme. Très fortement grossi.

cortical. Dans les deux cas, l'épiderme s'étire fortement, tandis que les tissus sous-jacents sont plus ou moins écrasés par la pression du périderme. On conçoit dès lors la grande utilité des nombreuses colonnettes de stéréome périclique qui entourent le liber. En protégeant ce dernier tissu contre la pression extérieure et en maintenant les contours de la stéle, elles assurent le bon fonctionnement des tubes criblés et de leurs annexes.

V.

Quel peut être le rôle biologique des coussinets de désarticulation ? C'est là une question à laquelle, pour

le moment du moins, nous ne pouvons donner aucune réponse. Ni la morphologie ni l'anatomie de ces organes, telle qu'elles viennent d'être exposées, ne jettent de lumière certaine sur leur origine fonctionnelle. Tout au plus peut-on dire que ces organes doivent jouer, ou ont dû jouer, un rôle dans l'écologie des plantes qui les possèdent. Il est en effet très remarquable de voir que l'activité phellogénique se manifeste avec des caractères différents dans la tige et dans le coussinet. Alors que dans la tige le fonctionnement du phellogène est unilatéral et sans production de phelloderme, au moins au début, il devient bilatéral avec production d'un phelloderme dans le coussinet. En outre — et ce point est capital — le périderme du coussinet différencie sa région externe en une couche scléreuse dont le résultat est de conserver pendant longtemps la forme et les contours de l'amphore pulvinaire, tout en constituant pour le liège et le phellogène sous-jacents une cuirasse protectrice. Il est dès lors difficile d'admettre qu'un organe en faveur duquel se produit une différenciation secondaire d'une pareille amplitude n'ait aucune valeur fonctionnelle. Peut-être l'étude de ces plantes dans leur milieu d'origine — où elles sont adaptées a une vie désertique avec période de végétation courte et période de repos prolongée dans des conditions de grande sécheresse — fournira-t-elle ultérieurement quelques éclaircissements à ce sujet. Pour le moment, l'intérêt que présente les organes étudiés dans cette note reste pûrement morphologique.



HENRI DE SAUSSURE
1829-1905

Ce portrait est extrait du tome XLIV du *Globe*, organe de la Société de géographie de Genève, avec l'autorisation de la rédaction.

HENRI DE SAUSSURE

Notice nécrologique

PAR

Emile Yung,
Professeur à l'Université de Genève.

Le 20 février 1905 s'est paisiblement éteint à Genève, après quelques semaines de maladie, un savant qui, par ses nombreuses publications, par ses voyages, ainsi que par le constant intérêt qu'il a témoigné à la chose publique, a fait beaucoup d'honneur à son pays et ajouté à la célébrité du grand nom qu'il portait. M. Henri de Saussure était le petit-fils d'Horace-Bénédict de Saussure, le neveu de Théodore de Saussure et de Mme Necker-de Saussure et l'arrière-petit-neveu de Charles Bonnet. Il n'est donc point surprenant qu'il ait apporté au monde avec un goût très marqué pour les sciences, des curiosités qui se sont peu à peu étendues sur l'ensemble des connaissances humaines.

C'est, en effet, par l'extrême diversité de ses préoccupations et par une égale aptitude à aborder tous les genres d'études, que l'éminent naturaliste s'est distingué parmi ses contemporains. Quoiqu'il se soit principalement illustré par ses recherches sur les insectes, il ne s'est cependant pas enfermé dans cette spécialité et ses travaux de géologie, d'hydrologie, d'agronomie, de

zoologie, etc., pour être moins étendus que ceux consacrés à l'entomologie, sont également très appréciés des connaisseurs. Il avait un savoir étendu sur l'histoire, l'archéologie, la géographie et les sciences sociales, ses lectures étaient immenses et sa mémoire jamais en défaut, en sorte qu'on pouvait le questionner sur à peu près n'importe quoi avec la certitude de recevoir de lui une réponse fortement documentée. Nous ne parlerons ici, et très brièvement encore, que de son activité scientifique.

Il était né à Genève le 27 novembre 1829 du mariage d'Alphonse de Saussure avec Fanny Crud, fille du baron Elie-Victor-Benjamin Crud qui, après avoir joué un rôle public important dans son canton d'origine, le canton de Vaud, voua la plus grande part de sa vie à la culture des vastes domaines qu'il possédait dans la Romagne et aux environs de Genève. Le baron Crud apporta dans l'étude de l'agriculture et dans l'observation de la nature, en général, une rare intelligence et il a laissé sur cette science qu'il considérait comme la première de toutes, des ouvrages encore estimés de nos jours. Son influence ne contribua pas peu à tourner l'attention de son petit-fils vers les études agricoles.

Henri de Saussure reçut son instruction élémentaire dans le fameux Institut de Fellenberg à Hofwyl, réputé alors dans le monde entier pour l'excellence de son système d'éducation. Il y séjourna pendant plusieurs années, de 1837 à 1845, et y rencontra exactement le milieu moral le plus propice au complet développement de ses facultés; la vie au grand air, le contact permanent avec les choses de la nature, les exercices physiques sagement combinés avec ceux de l'intelligence

permirent l'éclosion des germes héréditaires qu'il portait en lui. De retour à Genève, H. de Saussure passa quelques mois dans l'institution Briquet et il entra en 1845 en première année d'études préparatoires à l'Académie, manifestant dès l'abord sa prédilection pour l'étude des sciences naturelles sous la direction de François-Jules Pictet de la Rive qui enseignait la zoologie et l'anatomie comparée. Ce grand maître exerça sur lui une puissante action dont le souvenir ne s'est jamais effacé ; il l'orienta vers l'entomologie que Pictet avait lui-même cultivée avec succès dans sa jeunesse. C'est ainsi qu'étant encore sur les bancs de l'école, le jeune de Saussure entreprit des recherches de longue haleine sur la famille des Vespides, recherches qu'il poursuivit à Paris où il résida depuis le mois d'octobre 1850 jusqu'en 1854, suivant des cours à la Sorbonne, visitant les collections particulières et fréquentant surtout les laboratoires du Museum où il se lia d'amitié avec les professeurs de cet établissement, Henri Milne-Edwards, Emile Blanchard et plusieurs condisciples qui depuis ont marqué dans la science, les Romand, les Sichel, etc. En 1852, il acquit le grade de licencié de la Faculté des Sciences de Paris et, en 1854, l'Université de Giessen lui décerna le diplôme de docteur en philosophie qu'elle devait lui renouveler cinquante ans plus tard, au mois de juin de l'année 1904, peu de jours avant la réunion du 6me Congrès international de Zoologie, à Berne. Ce congrès fut l'occasion d'une manifestation de sympathie et de haute estime de la part des savants de tous les pays, groupés pour un soir, le 20 août 1904, autour du doyen de nos naturalistes, dans son hospitalière propriété de Genthod.

Les études d'Henri de Saussure sur les Guêpes le conduisirent à répartir ces insectes en trois tribus : la tribu des *Masariens*, la tribu des *Vespiens* et la tribu des *Euméniens*, à chacune desquelles il consacra un volume accompagné de nombreuses planches en couleur. Il s'agit là d'une œuvre importante dans la préparation de laquelle, il fit preuve dès le début des qualités de conscience scrupuleuse et de minutieuse précision qui caractérisèrent tous ses autres travaux entomologiques. Le « premier essai de sa plume », ainsi qu'il qualifie lui-même sa *Monographie des Guêpes solitaires* (Euméniens) parut en 1852 ; il est dédié à Pictet en témoignage de sa reconnaissance. A part quelques considérations préliminaires sur les caractères anatomiques utilisables pour la classification et un aperçu des lois qui président à la distribution géographique des guêpes, cet ouvrage est entièrement consacré à la description de leurs genres et de leurs espèces.

L'année suivante parut la première partie exclusivement descriptive de la *Monographie des Guêpes sociales* (Vespiens), publication que l'auteur menait de front avec la rédaction de la *Monographie des Masariens* et qui fut interrompue durant le voyage au Mexique dont nous parlerons tout à l'heure, en sorte que la partie générale, comprenant les mœurs et le mode de construction des divers types de nids ou guêpiers, ne vît le jour qu'en 1857 et 1858. Les vues théoriques développées dans cette partie générale et les nombreux faits destinés à démontrer que les modes très différents de nidification des Guêpes ne sont que les termes divers d'un plan unique, avaient d'ailleurs été

publiés dès 1855 dans ces Archives, puis dans les Annales des sciences naturelles sous le titre de *Nouvelles considérations sur la nidification des Guêpes* et avaient, dès cette époque, attiré l'attention du monde savant sur leur auteur.

Le voyage d'exploration dans les Antilles et au Mexique, entrepris en décembre 1854 par Henri de Saussure, en compagnie de son ami Henri Peyrot, dura dix-huit mois et marque une date importante dans la carrière du savant naturaliste. Il eut à surmonter de nombreuses difficultés le long de routes parfois mal tracées à travers les provinces mexicaines, alors en état de révolution permanente. La paresse et l'incapacité des hommes autant que les intempéries du climat, créèrent plus d'un obstacle aux deux voyageurs. Néanmoins, grâce à leur vaillance, ils parvinrent à accomplir la plus grande partie du programme qu'ils s'étaient tracé. Dans cet immense pays, riche en curiosités naturelles et en souvenirs historiques, se rattachant aux deux races humaines qui s'en disputèrent la possession, de Saussure donna essor à ses remarquables facultés d'observateur et eut l'œil ouvert sur les phénomènes les plus divers. Il réussit, malgré les circonstances défavorables à réunir des collections considérables d'objets empruntés aux trois règnes de la nature et à se livrer à des recherches sur les volcans, l'hydrologie, la climatologie, la faune et la flore des contrées qu'il traversait. La vie sociale et les événements politiques dont il fut le témoin ne le laissèrent point indifférent. Il en consignait les détails au jour le jour dans les lettres qu'il adressait avec une régularité exemplaire aux divers membres de sa famille, ainsi qu'au

« Journal de Genève. » Ces lettres malheureusement encore inédites pour la plus grande partie, constituent une source abondante de documents originaux de premier ordre, décrits dans un style sobre et enjoué qui en rend la lecture aussi agréable qu'instructive.

Il est regrettable qu'absorbé par ses travaux scientifiques, leur auteur ne se soit jamais décidé à livrer au public, le récit pittoresque de ce long voyage à Cuba, à Haïti, et sur la côte orientale du Mexique avec retour par les Etats-Unis. Il parcourut ces contrées en historien et en curieux de la nature, observant les hommes autant que les choses, et notant ses impressions avec une rare sagacité. Le peu que nous avons appris de ces dernières par les correspondances parues en 1855 dans le « Journal de Genève » est bien fait pour inspirer le désir d'en savoir davantage sur les mœurs, les agitations politiques et les principaux personnages observés par l'auteur. Dans l'espace de quelques mois, il réussit à se faire de l'immense pays mexicain une idée assez exacte pour lui permettre de porter dans la suite des jugements motivés sur sa valeur matérielle et morale. Rappelons à ce propos les articles publiés par le « Journal de Genève » en 1863, dans le but d'éclairer l'opinion européenne sur l'opportunité et les chances de succès de l'expédition française au Mexique. Ces articles qui furent très remarqués alors, ont été réunis en un opuscule sous le titre : *Le Mexique et l'expédition française* (Genève 1863).

Mais si Henri de Saussure ne nous a pas donné le volume anecdotique qu'il eut pu facilement extraire de sa riche correspondance particulière, son voyage au Mexique lui a fourni les matériaux d'une longue série

de publications scientifiques. L'espace dont nous disposons nous permet à peine de citer ici les principales[1]. En digne petit-fils du principal fondateur de l'alpinisme ; il prêta une attention soutenue aux phénomènes géologiques et récolta les documents nécessaires à l'établissement de la carte géographique du Mexique qu'il fit graver en deux feuilles à Genève en 1862. De plus, il fit l'ascension du Jorullo, du Popocatepelt et du Pic d'Orizaba. Ce dernier fut gravi par lui le jour de Pâques 1855 et n'avait été escaladé qu'une seule fois, quatre ans auparavant, par le mineur français Doignon. L'insuffisance des guides qui l'accompagnaient, le vent glacial qui l'accueillit aussitôt qu'il eût franchi la limite des neiges éternelles, l'absence d'eau et de nourriture, le forcèrent de s'arrêter à une centaine de mètres au-dessous du sommet de ce géant dont l'altitude dépasse de plus de 700 mètres celle de la cime du Mont-Blanc. Mais s'il eut le chagrin de ne pas le conquérir tout entier, du moins les énormes fatigues qu'il eut à supporter trouvèrent-elles leur récompense dans la contemplation des belles coulées de lave qui ont rayonné du cratère sur les flancs du cône de cendres et dont l'existence avait échappé à Alexandre de Humboldt. On sait que celui-ci avait rapporté de son voyage dans l'Amérique centrale des arguments en faveur de la théorie du soulèvement des grandes montagnes volcani-

[1] Une bibliographie complète de l'œuvre de H. de Saussure, soigneusement dressée par M. le professeur M. Bedot, se trouve à la suite de la « Notice biographique » qu'il a publiée dans la « Revue suisse de Zoologie », vol. 14, p. 1, 1906. Nous y renvoyons le lecteur désireux de connaître l'étendue et l'extrême diversité de cette œuvre.

ques. H. de Saussure, au contraire, et c'est là le résultat général le plus important de toutes ses recherches relatives aux nombreux volcans mexicains, y découvrit maintes preuves péremptoires en faveur de la théorie adverse qui veut que ces montagnes soient dues à l'accumulation des matériaux, cendres, laves, etc. déjetés par leurs cratères en éruption. Le fameux Jorullo, né subitement pendant la catastrophe qui dévasta la vallée du même nom, en 1759, et que Humboldt visita quarante-trois ans après son apparition, fut considéré par l'illustre naturaliste allemand comme le type des cratères de soulèvement. Notre compatriote eût le mérite de réformer cette opinion en montrant comment les nappes de lave qui entourent la célèbre montagne ne sont autres que de vastes écoulements de matières incandescentes qui ont tapissé la vallée en formant des golfes et des promontoires « comme le ferait une masse de plomb fondu qu'on verserait sur une surface rugueuse », et comment le cône qui constitue la montagne proprement dite « n'est que le simple résultat d'entassements successifs de cendres, graviers et scories rejetés par l'orifice principal ».

« La surface du Mexique, écrivait-il en 1857 dans un mémoire présenté à la Société géologique de France pour lui faire connaître le volcan éteint de San Andrés dans la province de Michoacan, auprès duquel plusieurs voyageurs avaient passé sans se douter de son existence, la surface du Mexique offre le spectacle d'un immense pays tout criblé d'orifices par lesquels une incroyable quantité de matières ignées s'est déversée sur son sol, au point de l'ensevelir complètement sur une étendue de plusieurs centaines de lieues ». On com-

prend que son séjour au milieu de ces volcans grands et petits, de tous les âges, ait été pour de Saussure le point de départ de sa prédilection marquée pour l'étude des phénomènes volcaniques. Beaucoup plus tard, lorsque survinrent les grandes éruptions du Vésuve en 1872 et de l'Etna en 1879, il se rendit aussitôt sur les lieux afin d'être le témoin de ces scènes imposantes, les suivant pas à pas avec l'autorité d'un géologue exercé, et consignant ses observations originales dans des recueils scientifiques tels que les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, ou dans de grands journaux quotidiens tels que le « Journal des Débats » et le « Journal de Genève ».

Par contraste avec ses études sur le volcanisme, il faut signaler à cette place la brochure extraite des Mémoires de la Société de géographie de Genève, qu'il fit paraître en 1862, sous le titre de *Coup d'œil sur l'hydrologie du Mexique*, brochure accompagnée de deux cartes représentant le Plateau de l'Anahuac et son versant oriental, ainsi que la contrée qui s'étend de la Vera-Cruz à Mexico. La révolution perpétuelle qui ravageait le pays pendant son voyage, l'ayant empêché de gagner la côte de l'Océan pacifique, ce travail ne traite que du plateau et de son versant oriental. Il renferme sur l'orographie, l'hypsométrie, l'abondance des pluies et leur distribution, des considérations générales et une quantité d'observations inédites qui l'ont depuis longtemps rendu classique.

La *Description des ruines d'une ancienne ville Mexicaine* (située sur le plateau de Pérote, au pied du volcan le Pizzaro), qu'il publia dans le Bulletin de la Société de Géographie de Paris, en 1858, donne la

mesure de l'intérêt que portait dès cette époque de Saussure aux sciences historiques et archéologiques et ses *Observations sur deux individus microcéphales désignés comme appartenant à la race Aztèque* (parues en 1861 dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris) témoignent de l'étendue de ses compétences en anthropologie.

Mais ce sont incontestablement les nombreux mémoires relatifs aux animaux articulés récoltés par lui au Mexique, qui constituent les plus importants résultats scientifiques de son voyage. Épars dans plusieurs recueils spéciaux, on en trouvera l'énumération dans la liste bibliographique rédigée par M. le professeur Bedot. Qu'il me suffise de mentionner à cette place ceux qui ont paru dans les Mémoires de la Société de Physique de Genève, ce sont les plus complets. Le premier en date, *Mémoire sur divers Crustacés nouveaux du Mexique et des Antilles* remonte à 1858 ; il contient la description détaillée des espèces nouvelles et des informations complémentaires sur les espèces mal connues; 35 genres et 61 espèces y sont passés en revue. *L'Essai d'une faune des Myriapodes du Mexique*, paru deux ans plus tard et commencé avec la collaboration de M. Aloïs Humbert, ancien condisciple de de Saussure à l'Académie de Genève, lequel s'associa dans la suite à plusieurs de ses travaux, ne traite, en dépit de son titre, que d'une partie des familles de Myriapodes représentées au Mexique. Mais il fournit de précieux matériaux pour l'établissement d'une faune complète de ce pays et renferme la description d'une soixantaine d'espèces nouvelles. Les *Orthoptères de l'Amérique moyenne*, daté de 1864, et le *Synopsis des Mantides*

américains, paru en 1871, comptent au nombre des premières publications de de Saussure sur un ordre d'insectes qui partagea pendant plus de quarante ans avec celui des Hyménoptères, ses préférences. C'est en effet comme hyménoptérologue et orthoptérologue que notre savant concitoyen avait acquis une renommée universelle ; ses collections personnelles sur ces deux ordres d'insectes comptaient parmi les premières de l'Europe et les voyageurs lui envoyaient chaque année de toutes les parties du monde des types nouveaux à déterminer. Les deux mémoires que nous venons de citer quoique consacrés avant tout aux espèces mexicaines, ne se bornent pas strictement à elles. L'auteur utilisa pour les établir les collections qu'il avait formées lui-même et celles provenant des Antilles et du Sud des Etats-Unis qui furent mises à sa disposition ; le premier volume ne contient que les Blattides et, comme son titre l'indique, le second est exclusivement consacré aux Mantides.

A supposer que nous y prétendions — ce qui n'est pas le cas dans cette notice forcément incomplète — il ne nous serait pas possible d'énumérer les travaux de de Saussure en suivant leur ordre chronologique, attendu qu'il en menait toujours plusieurs de front et que la durée de leur publication dépendant de mille circonstances, notamment du nombre des planches dont ils étaient accompagnés, a fait que certains d'entre eux achevés depuis longtemps ont vu le jour après d'autres entrepris plus tard. C'est ainsi qu'ayant été associé par le Gouvernement français à la grande Commission chargée de l'étude scientifique du Mexique, il publia une partie de ses recherches relatives aux

Orthoptères de ce pays dans la collection intitulée : *Mission scientifique au Mexique* dont elles remplissent le tome VI, paru en 1870. D'ailleurs, à ces mêmes ordres d'insectes, les Orthoptères et les Hyménoptères se rapportent des mémoires étendus concernant ceux récoltés par les naturalistes de la frégate autrichienne la *Novara* au cours de son voyage autour du monde; par Fedschenko pendant son voyage au Turkestan ; par Alfred Grandidier pendant ses expéditions dans l'île de Madagascar; par le capitaine Bottego, l'explorateur de la rivière Juba, et d'autres encore. Comme nous le disions tout à l'heure, H. de Saussure était devenu le spécialiste le plus en vue auquel avaient recours tous les chefs d'expédition désireux de publier les résultats entomologiques de leurs voyages; il a collaboré de la sorte à la plupart des grands ouvrages parus sur l'histoire naturelle des cinq parties du monde dans la seconde partie du siècle dernier.

Le nombre des espèces nouvelles qu'il nous a fait connaître est incalculable et le soin constant qu'il a mis à rectifier les erreurs synonymiques qu'il rencontrait durant ses déterminations, autant que la scrupuleuse conscience qu'il apportait dans l'établissement des diagnoses nouvelles, lui assurent la reconnaissance des entomologistes. L'exactitude est la qualité qu'il prisait le plus, parce qu'elle était un besoin de son esprit et qu'il avait eu bien souvent à déplorer son absence dans nombre d'ouvrages écrits sur cette branche de l'histoire naturelle où le moindre collectionneur s'estime autorisé à baptiser des espèces sans s'être suffisamment assuré si celles-ci sont véritablement nouvelles. Eminemment modeste, son ambition comme entomologiste

se bornait à fournir à la science qui lui était chère, des matériaux sûrs pouvant servir de base à de réels progrès ; l'usage fécond que font de ces ouvrages ceux qui l'ont suivi dans la carrière démontre assez qu'il a largement atteint ce but.

Les années qui suivirent son retour d'Amérique ne furent pas exclusivement consacrées à l'entomologie. Nous avons déjà cité quelques-unes des publications géologiques datant de cette époque. Il convient d'y ajouter les notes étendues qu'Henri de Saussure rédigea sur les Mammifères et les Oiseaux rares qu'il avait rapportés. Elles témoignent en effet de la connaissance approfondie qu'il avait des caractères systématiques des animaux supérieurs. L'intérêt qu'il portait aux questions agricoles et qu'il devait pour une part à l'exemple de son grand-père Crud se développa à peu près vers le même temps.

Henri de Saussure voua une attention toute spéciale aux rapports existant entre la composition minérale des sols et la richesse possible de leurs produits de culture et il se livra à une étude approfondie des divers systèmes de culture à employer en Suisse, en France et en Angleterre.

Ayant acquis en 1864, de concert avec son frère, le regretté colonel Théodore de Saussure, le domaine de la *Charnéa* au pied des Voirons, il entreprit sur une vaste échelle des expériences dont les résultats consignés par lui dans divers rapports présentés à la Classe d'Agriculture de Genève ou aux jurys des concours agricoles tenus dans les départements français voisins de notre pays, n'ont pas peu contribué aux progrès réalisés dans la culture de la terre à Genève et en

Savoie. Il apporta dans ces études pratiques le même esprit critique et les mêmes méthodes d'investigation qui le servaient si bien dans ses recherches d'histoire naturelle. Il y déploya aussi les mêmes aptitudes à s'attaquer aux problèmes les plus variés, s'ingéniant à découvrir des procédés rationnels pour construire les bâtiments de ferme ou amender les terrains comme pour atteler les bœufs. C'est précisément son *Mémoire sur la manière d'atteler les bœufs* qui lui valut la médaille d'or décernée par la Société centrale d'Agriculture de France, en 1869. Les cultivateurs reconnaissant la justesse de ses vues, recouraient souvent à ses conseils.

Cette part de son activité, un peu oubliée de la génération actuelle, mérite d'autant plus d'être rappelée qu'elle fut à son heure très féconde. Ses publications relatives à la sylviculture sont encore lues avec fruit et nous ne pouvons omettre de signaler ici le *Rapport sur la maladie de la vigne occasionnée par le Phylloxera vastatrix* qu'il présenta en 1871 à la Classe d'agriculture de Genève, car ce rapport attira l'attention du Conseil fédéral suisse sur le fléau naissant et devint le point de départ de la lutte officielle organisée en vue de le combattre.

Le domaine de la Charnéa, siège principal, mais non unique, des essais agronomiques dus à l'initiative d'Henri de Saussure, cessa de lui appartenir en 1877. Il revint alors à ses études archéologiques et zoologiques qu'il n'avait d'ailleurs jamais complètement interrompues. Outre son exploration du Mexique, il a beaucoup voyagé. Pendant les années d'étude à Paris il avait visité l'Angleterre et l'Ecosse en 1852 et nous

avons déjà noté ses voyages en Italie lors des éruptions du Vésuve en 1872 et de l'Etna en 1879. Durant cette dernière année, il parcourut la Corse. Deux ans plus tard, nous le trouvons en Espagne où il prit part au Congrès international des Américanistes, tenu à Madrid en Septembre 1881. Puis, il visita la Grèce en 1886, la Tunisie et la Tripolitaine en 1888 et il se rendit à différentes reprises en Algérie.

Malgré ses fréquents voyages et l'élaboration de ses publications scientifiques qui absorbaient la plus grande part de son temps, Henri de Saussure fut un membre zélé de nos principales sociétés savantes où l'on aimait à l'entendre discourir sur les sujets qu'il connaissait mieux que personne. La Société des Arts, la Société de Géographie, la section genevoise du Club alpin Suisse et la Société de Physique à laquelle il se montra tout particulièrement attaché, l'eurent tour à tour à leur tête. Il présida la dernière de ces sociétés en 1870 et en 1881. Les *Archives* le comptèrent longtemps parmi ses collaborateurs, il leur donna de fréquentes analyses de mémoires ou d'ouvrages de zoologie et de géologie. Nul ne recourait en vain à ses lumières, les jeunes naturalistes puisaient auprès de lui les conseils les plus judicieux, et nombreux sont ceux auxquels furent généreusement ouvertes ses admirables collections entomologiques. Pendant un demi-siècle, il a dépensé une grande part de son talent et de ses forces au service de notre Musée d'histoire naturelle dont il s'était fait comme une seconde demeure et auquel il donna des preuves d'un rare dévouement. Il y travailla à peu près jusqu'à son dernier jour et lui fit avant de mourir

le cadeau magnifique de sa bibliothèque et de ses collections.

Sous un aspect un peu froid, de Saussure cachait un cœur très bon, toujours prêt à faire bénéficier autrui des trésors accumulés au cours d'une longue vie tout entière consacrée au bien et à la recherche de la vérité. Aussi son départ de ce monde suscita-t-il des regrets unanimes, chez ceux qui ayant eu le privilège de connaître l'homme avaient appris à l'aimer et chez les admirateurs, plus nombreux encore, de sa féconde activité scientifique. Chacun sentit que notre pays venait de perdre un naturaliste dont l'œuvre ne sera point oubliée et l'un de ses meilleurs enfants.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 15 février 1906.

E. Yung. Variations de longueur de l'intestin chez les grenouilles. — E. Bugnion. Les œufs pédiculés du Cynips Tozae. — T. Tomasina. Nouveau dispositif de condensateur électrique.

M. le prof. Émile Yung présente un résumé de ses mensurations relatives aux *variations de longueur de l'intestin chez Rana fusca et R. esculenta.* Les chiffres que l'on trouve dans la littérature varient selon les auteurs et ne sont jamais accompagnés de renseignements sur les circonstances dans lesquelles ils ont été pris. Ceux fournis par Gaup dans la 3me édition de l'ouvrage classique *Anatomie des Frosches* de Ecker et Wiedersheim (1904), n'échappent pas à cette critique. Ils paraissent établir deux points : 1° que l'intestin de *Rana fusca* est plus court que celui de *Rana esculenta*, 2° que dans les deux espèces l'intestin s'allonge considérablement avec la taille. Malheureusement Gaup ne dit pas si les chiffres cités par lui sont des moyennes et il est muet sur le sexe des individus qu'il a mesurés. Or, M. Yung a constaté qu'il existe des différences individuelles importantes dans une même espèce et un même sexe, et des différences plus grandes encore entre les individus de sexes différents. Les chiffres qu'il communique à la société sont des moyennes tirées de l'observation de séries de 20 individus appartenant aux deux espèces citées plus haut, rangés par sexe, par loca-

lités, par taille et par saisons. Les composants de ces moyennes seront publiés ultérieurement. Ils ont conduit M. Yung aux conclusions suivantes :

1° L'intestin de *Rana fusca* est constamment plus court que celui de *Rana esculenta* (confirmation de l'assertion de Gaup). Le rapport de la longueur de l'intestin à la longueur du corps est inférieur chez la première espèce à ce qu'il est chez la seconde. Il s'agit là d'un caractère nettement spécifique. Mais l'espèce n'est point le seul facteur influant sur ce rapport, en effet :

2° L'intestin est constamment plus court chez les mâles que chez les femelles et cela dans les deux espèces (variation sexuelle).

3° L'intestin est, à égalité de sexe et d'espèce, relativement plus court en moyenne chez les individus de grande taille ayant achevé leur croissance que chez les individus de taille inférieure qui sont encore à l'état de croissance.

4° L'intestin est, à égalité de sexe et d'espèce, en moyenne plus court chez les grenouilles de printemps (mesurées au sortir de leur sommeil hivernal) que chez les grenouilles d'automne (mesurées en octobre à la fin de la période d'activité alimentaire).

Cette dernière variation saisonnière est évidemment en rapport avec le travail accompli par le tube digestif. Il est très probable que la même cause servira à expliquer les autres variations qui viennent d'être signalées.

M. E. Bugnion. *Les œufs pédiculés du Cynips Tozae* Bosc, (*argentea* Hartig). Les œufs des Cynipides sont munis d'un prolongement (pédicule) terminé par un renflement en massue, en rapport avec le mécanisme de la ponte. Le corps de l'œuf, refoulant une partie de son contenu dans le pédicule et la massue, peut, grâce à cette disposition, s'engager dans la rainure de la tarière et traverser sans difficulté cet étroit canal.

Décrits une première fois par *Hartig* (1840), les œufs pédiculés des Cynipides ont été observés de nouveau par *Adler* (1877), *Beyerinck* (1882) et l'abbé *Kieffer* (1897).

L'étude qui va suivre a été faite sur des individus ♀ du *Cynips Tozae*, recueillis à Dax (Landes), dans les grosses galles uniloculaires du *Quercus Toza*, le 4 janvier 1906.

Le *C. Tozae* est long de 5 mm., d'un brun testacé avec le dessus de l'abdomen et les yeux noirs, les antennes et les pattes rembrunies à l'extrémité, le corps partiellement couvert d'un duvet argenté.

Les ovaires comprennent chacun une cinquantaine de gaines ovigères à parois très minces, convergeant vers l'oviducte, comme les branches d'un bouquet. Ces gaines étant entremêlées de cellules graisseuses et d'oenocytes, il faut les dissocier avec beaucoup de précautions, pour les obtenir intactes.

Chaque gaine renferme un cordon de 8 à 11 (parfois 13) œufs pédiculés, rangés en chapelet à la suite les uns des autres, avec les corps ovulaires tournés du côté de l'oviducte et les pédicules du côté du sommet de la gaine [1]. Le nombre des œufs mûrs peut être évalué à 470 environ dans chacun des ovaires (466 dans un cas où ils ont été comptés exactement), répartis sur 45 à 50 gaines.

L'œuf, examiné isolément sur le porte objet, offre un corps ventru, ovoïde, un peu rétréci vers le bout inférieur et un pédicule long et délié, renflé en massue à son extrémité libre. Ces œufs ont les dimensions suivantes :

Longueur du corps ovulaire.....	0.197	mm.
» du pédicule.....	1.163	»
» totale.....	1.360	»
Largeur du corps ovulaire.....	100	μ
» du pédicule (partie amincie)..	4 à 5	»
» du pédicule (massue).....	20	»

Le pédicule est comme on voit, 6 fois plus long que le corps de l'œuf.

[1] Chez *Rhyssa* et *Thalessa* (Ichneumonides), c'est au contraire le pédicule qui est dirigé du côté de l'oviducte (Bugnion : Les œufs pédiculés de Rhyssa persuasoria, *C. R. du 6e Congrès int. de Zoologie*, Genève, 1905).

Echelonnés les uns au-dessus des autres, les œufs contenus dans chacune des gaines se voient à la loupe comme de petits grains blancs, régulièrement alignés. Les pédicules, réunis en faisceau, remontent le long du chapelet en suivant son côté externe. Plus haut se trouvent les massues terminales, rangées les unes au-dessus des autres, dans le même ordre que les corps ovulaires.

Le vitellus, d'un blanc de lait à la lumière réfléchie, brunâtre et finement granuleux, si on l'observe par transparence dans une préparation à l'eau salée, devient, après l'action de l'acide osmique, d'un brun plus ou moins foncé. Le pédicule en revanche contient un cytoplasme clair, avec quelques granulations jaunâtres à l'intérieur de la massue. La coque, mince sur le corps de l'œuf (1/2 μ), s'épaissit vers le bout de la massue (3 μ), offrant à ce niveau un double contour très distinct. Il n'y a pas de micropyle visible. La vésicule germinative, petite (18 × 10 μ), avec une dizaine de chromosomes, ne se voit nettement que sur les pièces débitées en coupes. L'auteur n'a pas vu de corpuscules polaires, le vitellus remplissant d'ailleurs tout l'intérieur de la coque au moment de l'observation.

Un fait digne de remarque (B. n'a vu cette disposition chez aucun autre insecte) est que, chez presque tous les *Cynips* disséqués en février, tous les œufs étaient complètement développés, de même taille, prêts à être pondus. Il n'y avait chez la plupart de ces insectes aucun œuf en voie de formation, aucun germigène. Seuls quelques individus immatures offraient encore 2 ou 3 gaines incomplètement développées avec un petit germigène (syncytium) placé en dessous du ligament suspenseur et après le germigène, une ovule jeune, sans coque, encore privé de pédicule, entièrement revêtu d'un épithélium de forme cubique. Le pédicule en voie de développement (observé une seule fois) se voyait comme un petit prolongement brunâtre entouré d'épithélium, partant du pôle supérieur de l'œuf.

L'épithélium folliculaire, qui forme une couche continue sur les ovules en voie de développement, n'offre plus à la

surface des œufs mûrs que quelques noyaux aplatis et clairsemés. La gaine elle-même ne présente également, lorsque les œufs sont mûrs, que quelques noyaux disséminés, accolés à sa face interne.

Une question qui se pose est celle de savoir si l'œuf mûr, muni de sa coque, peut encore être fécondé.

Le *Cynips Tozae* n'a vraisemblablement pas de générations alternantes. Il appartient au groupe de *C. hungarica*, chez lequel l'hétérogénèse n'a pas été observée. Il se peut néanmoins que *C. Tozae* se développe d'ordinaire par voie parthénogénétique. Le ♂ (décrit par Bosc) est en effet extrêmement rare. Popoff, qui a ouvert une centaine de galles, n'a rencontré que six ♂, dont 3 à l'état de nymphe et 3 encore à l'état de larve, reconnaissables à la présence des ébauches testiculaires. L'accouplement ne pourrait d'ailleurs avoir lieu qu'au printemps (lorsque la ♀ sort de la galle), époque à laquelle les œufs sont depuis longtemps entourés de leur coque [1].

Mais comment expliquer la présence (même sporadique) de ♂, si la fécondation des œufs est impossible ?

L'observation directe serait seule capable de répondre à ces questions. Il faudrait surprendre les *Cynips* in copula et, disséquant ensuite, constater la pénétration de la spermie à travers la coque de l'œuf. Peut-être finira-t-on par découvrir un microphyle très fin, difficile à observer, mais suffisant néanmoins pour permettre l'imprégnation.

M. Th. Tommasina fait une communication *sur un nouveau type de bouteille de Leyde*, auquel il donne le nom de

[1] Les *Rhodites rosae* et *orthospinæ* se trouvent dans des conditions analogues, d'après *Adler* et *Beyerinck*. Le ♂ existe, mais très rare (un à peine sur 100 ♀); l'accouplement n'a jamais été observé, tandis que la reproduction par voie parthénogénétique a été constatée d'une manière certaine. *Adler* cite d'autre part 4 espèces de Cynipides (*Aphilothrix*) qui se reproduisent uniquement par parthénogénèse (sans génération alternantes); *Beyerinck* en signale une cinquième. Le ♂ de ces espèces est complètement inconnu.

serbo-condensateur. L'on sait qu'une jarre électrique ne conserve pas indéfiniment sa charge, qui diminue plus ou moins rapidement selon l'état hygrométrique de l'air. L'humidité en se déposant sur la partie supérieure permet la neutralisation des deux charges qui se propagent sur la surface du récipient devenue par ce fait conductrice. Cet inconvénient qui n'avait pas grande importance dans les anciennes applications de la bouteille de Leyde, est, au contraire, très grave lorsqu'on utilise ce condensateur pour l'étude de l'*effet Elster et Geitel*, aussi M. Tommasina vient de l'éliminer en créant ce nouveau type basé sur le même principe que l'isolateur de Mascart à acide sulfurique.

Au lieu d'un seul récipient pour chaque condensateur, il faut en employer deux en verre mince de forme cylindrique aussi régulière que possible et d'égale épaisseur partout, ils s'emboitent l'un dans l'autre laissant un espace d'air de 2 mm. entre eux.

Le récipient interne est immobilisé par une couche de 3 à 4 cent. de laine de verre, immergée complètement dans l'acide sulfurique qui maintient sèches les deux parois. Le bord supérieur de ce même récipient est renversé au dehors formant une gorge qui recouvre, sans le toucher nulle part, le bord de l'autre récipient, dont la garniture en feuille d'étain couvre extérieurement toute la surface, tandis que la deuxième garniture métallique est collée à l'intérieur du premier et se trouve en contact avec un couvercle en métal noirci qui le ferme et porte, fixée au centre, la tige terminée par le bouton de décharge. Le nom de *serbo-condensateur* d'après le verbe italien *serbare*, conserver, indique la propriété spéciale de ce condensateur à air sec qui peut trouver plusieurs applications dans les laboratoires.

Séance du 1er mars.

C. Cailler. Sur la construction du couronoïde.

M. C. Cailler présente quelques observations sur la construction du couronoïde par laquelle M. de Saussure a

résolu le problème de l'interpolation d'un triangle de *points dirigés* ou *flèches*. Il montre que ce problème d'interpolation peut être résolu d'une infinité de manières, même en obligeant le flux interpolateur à se déplacer sans déformation quand le triangle interpolé se déplace lui-même sans déformation. M. Cailler développe par l'analyse la théorie du couronoïde et la généralise en indiquant une construction nouvelle, celle de l'*anticouronoïde*. C'est un flux répondant à l'équation $r^3 \sin 3\theta =$ constante, qui non seulement résout le problème d'interpolation mais donne lieu à une théorie géométrique identique en substance à celle du couronoïde. A la couronne, correspond sous le nom d'*anticouronne*, une certaine distribution circulaire de flèches dépendant de l'hypocycloïde à quatre rebroussements; par deux flèches quelconques passe une seule anticouronne, et tout anticouronoïde qui contient deux flèches contient aussi l'anticouronne qui les réunit.

Séance du 15 mars.

C.-E. Guye et Romilly. Le fonctionnement de la lampe à arc au mercure avec anode de platine.

MM. C.-E. Guye et Th. Romilly font une communication sur *le fonctionnement d'une lampe à arc au mercure avec anode de platine*. Les auteurs se sont avant tout proposé d'étudier les conditions qui agissent sur la différence de potentiel entre l'anode et la cathode.

Ils ont particulièrement étudié l'influence de la durée du fonctionnement, de l'intensité du courant, de la distance qui sépare l'anode de la cathode et de la nature du résidu gazeux (hydrogène, azote, air). Après divers essais, MM. C.-E. Guye et Romillly se sont arrêtés à un type de lampe dont l'anode est constituée par un disque de platine situé à quelques millimètres de la surface du mercure, fonctionnant comme cathode. Dans ces conditions et avec diverses précautions qui seront mentionnées lors de la

publication complète du travail, on peut réaliser un type de lampe dont la différence de potentiel est entièrement spécifique, c'est-à-dire ne dépend plus dans de larges limites, que de la substance des électrodes. De grandes variations dans la durée du fonctionnement, l'intensité du courant, la distance des électrodes ne produisent plus alors qu'une variation insignifiante d'environ 1 % sur la différence de potentiel.

Ce type de lampe paraît donc particulièrement appropriée à l'étude des variations de la différence de potentiel qui résultent de la constitution chimique des électrodes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LAUSANNE

Séance du 14 janvier 1906.

A. Bach. Phénomènes d'oxydation dans la cellule vivante. — P. Dutoit et L. Gagnaux. Transformation de la thio-urée.

M. A. Bach (Genève) présente sous forme de conférence un intéressant résumé de ses travaux sur *les phénomènes d'oxydation dans la cellule vivante.*

MM. P. Dutoit et L. Gagnaux ont étudié la *transformation de la thio-urée en sulfocyanure d'ammonium en solution aqueuse.* La réaction a été examinée à différentes températures comprises entre 120° et 180°. Elle est complète et du premier ordre. Son coefficient de température est de 2.8. Les bases et les acides faibles n'influencent pas la vitesse de la réaction ; les acides forts, par contre, provoquent la transformation inverse du sulfocyanure en thio-urée.

Séance du 5 février.

H. Russenberger. Fausses solutions.

M. H. Russenberger fait une communication sur l'*influence de la température sur la floculation des fausses solutions.*

Séance du 5 mars.

J. Amann. Réfraction des liquides physiologiques. — Pelet et Gilliéron. Sur les iodo-iodhydrates des matières colorantes basiques.

M. J. Amann. *La réfraction des liquides physiologiques.* On trouvera l'exposé des conclusions auxquelles m'a conduit l'étude des liquides physiologiques, de l'urine principalement, au point de vue de la réfraction, dans le compte rendu de la séance de la Société suisse de chimie du 24 février 1906. Voici, à titre de complément à cet exposé, quelques renseignements divers extraits du mémoire complet qui paraîtra d'autre part.

L'une des critiques principales que l'on peut faire à la méthode cryoscopique appliquée à l'étude de la concentration des liquides physiologiques est celle-ci : que les corps à poids moléculaires élevés contenus en proportion relativement faible dans le sang et dans l'urine, par exemple, n'exercent qu'une influence très faible ou même à peu près nulle sur l'abaissement du point de congélation et échappent par conséquent à la méthode cryoscopique. C'est le cas, par exemple, pour les corps suivants :

	Poids moléculaire	Abaissement Δ pour 1 gr. par litre
		°
Glucose	180	0.01
Créatinine	113	0.016
Acide urique	168	0.011
» hippurique	179	0.01
Indoxylsulfate	213	0.0087
Hydroquinone	110	0.017
Albuminoïdes	1000 à 8000	0.000

Si nous désignons par δn la différence des indices de l'urine et de l'eau mesurés à la même température, nous trouvons que les valeurs normales de cette différence sont comprises entre

0.00500 et 0.01000

pour l'urine émise à l'état de santé.

Pour les urines diabétiques, cette différence δn atteint et dépasse 0.01200; chez les entéritiques, elle dépasse en général 0.01000. Au contraire, chez les atrophiques, les cachectiques, etc., elle tombe au-dessous de 0.00250.

La combinaison du volume total V de l'urine émise en 24 heures (exprimé en cm. cubes) avec la différence δn, sous la forme $V\delta n$, est ce que j'appelle la *valence quotidienne de réfraction*; elle doit être considérée comme une mesure de la dépuration urinaire et de la capacité fonctionnelle des reins. A l'état de santé, cette valence oscille autour du chiffre 10; elle est abaissée dans une foule d'états pathologiques et tombe à 5, à 3 et même plus bas, ce qui indique que la dépuration urinaire n'atteint plus que le 50, 30, etc. % de la dépuration normale.

La valeur $\frac{NaCl}{\delta n}$, analogue mais inverse au coefficient de von Koranyi $\frac{\Delta}{NaCl}$, mesure comme lui la vitesse de la circulation rénale. Dans l'expression ci-dessus, NaCl étant le poids du chlorure de sodium contenu dans 1 cc. d'urine, la valeur normale de ce rapport, correspondant à celle du coefficient $\frac{\Delta}{NaCl} = 1.44$, obtenu par la cryoscopie, se calcule à 1.54; cette valeur *augmente* lorsque la circulation rénale devient plus rapide; elle diminue lorsqu'elle se ralentit, tandis que la variation du coefficient de von Koranyi se fait en sens contraire de celle de la vitesse de circulation. L'évaluation de la proportion du *déchet anormal* au moyen de la réfraction se fait de la manière suivante, soit par exemple :

δn correspondant au *déchet total* = 0.00860

Urée, 28.10 gr. par litre; NaCl, 14.90 gr. par litre; P^2O^5, 2.15 gr. par litre; SO^3, 1.90 gr. par litre.

La part de ces corps, qui représentent le *déchet normal*, pour la réfraction de l'urine, se calcule comme suit :

		δn
Urée.....	$28.10 \times 14.2 =$	0.000399
NaCl.....	14.90×17.6	262
P^2O^5.....	2.15×23.2	50
SO^3.....	1.90×30.8	58
δn pour le déchet normal		0.000769
δn pour le déchet total.....		0.00860
δn » » normal.....		0.00769
δn » » anormal.....		0.00091

Proportion du déchet anormal au déchet total : $\frac{91}{860}$ = 10.6 %.

Les coefficients 14.2, 17.6, etc., ont été déterminés expérimentalement.

Pour une urine diabétique, nous aurions, par exemple :

δn total = 0.01038	
δn pour déchet normal	0.00128
δn pour 43 gr. glucose par litre.	0.00612
δn pour déchet normal + glucose	0.00740

δn pour déchet anormal = 0.01038 — 0.00740 = 0.00298

Proportion du déchet anormal $\frac{298}{1038}$ = 28.7 %

En dernier lieu, nous considérons la *réfraction spécifique différentielle* $\frac{\delta n}{\delta d}$ (δd étant la différence des densités de l'urine et de l'eau pure) qui nous sert à évaluer le *volume spécifique moyen* des constituants de l'urine.

A l'état normal, le volume a la valeur 0.320; voici quelques valeurs obtenues pour des urines pathologiques :

	$\frac{\delta n}{\delta d}$
Urine albumineuse et purulente (néphrite tuberculeuse)....	0.424
Arthritique.....	0.370
Cystites.....	0.380 à 0.404
Entérites.....	0.370 à 0.420
Grippe, fièvre, etc.....	0.393

MM. Pelet et Gilliéron ont étudié la *constitution des iodo-iodhydrates* de quelques matières colorantes basiques. Par l'action de l'iodure de potassium ioduré, la safranine, le bleu de méthylène, la fuchsine, la chrysoïdine, la muscarine, la phosphine fixent 3 atomes d'iode. Le dérivé obtenu est donc un di-iodo-iodhydrate.

Le violet cristallisé et l'auramine forment au contraire des tri-iodo-iodhydrates.

Si l'on fait agir sur les mêmes matières colorantes en solution acide un mélange de 5 KI + 1 KIO^3, on obtient des complexes contenant au total 3 atomes d'iode (chrysoïdine et muscarine), 5 atomes (auramine), 6 atomes (bleu de méthylène) et 7 atomes (fuchsine nouvelle). Les autres matières colorantes ne donnent pas de produits définis; la substance obtenue contient probablement de l'iode libre.

Séance du 2 avril.

P. Dutoit et E. Gyr. Conductibilités dans l'anhydride sulfureux liquide. — Nicollier et P. Dutoit. Influence de la lumière sur la conductibilité.

MM. P. Dutoit et E. Gyr ont étudié les *conductibilités moléculaires limites dans l'anhydride sulfureux à — 15°*.

Les déterminations ont été effectuées à l'obscurité sur du SO^2 liquéfié parfaitement sec et en l'absence d'air (atmosphère d'azote). Dans ces conditions, la conductibilité des sels arrive à un volume limite aux grandes dilutions (1 molécule-gramme dans 5000 à 20000 litres). Les valeurs limites sont $\mu_\infty = 200$ environ à — 15°.

MM. Nicollier et P. Dutoit ont cherché quelle était l'*influence de la lumière sur la conductibilité des solutions d'iodures alcalins* dans des dissolvants organiques.

La lumière agit sur les solutions d'iodure et de bromure dans un grand nombre de dissolvants organiques et provoque une diminution de la conductibilité électrique. A l'obscurité, les conductibilités reprennent leurs valeurs primitives.

Chaque somme de lumière conduit à un équilibre stable; pour une lumière donnée, la quantité de sel transformé est constante et dépend de la concentration.

La diminution de la conductibilité est donc d'autant plus grande que la solution est plus diluée; elle est fonction :

1° de la nature du dissolvant,

2° de la nature du sel dissous,

3° de la longueur d'onde. croissante quand la longueur d'onde diminue.

Ces réactions photochimiques expliquent les valeurs anormales obtenues par différents observateurs pour les conductibilités de solutions diluées dans quelques dissolvants (méthyl-éthylcétone, éther, etc.).

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

W. Biegon von Czudnochowski. Une méthode pour produire des ondulations électriques au moyen d'une charge oscillante (*Phys. Zeit.* 7, n° 6, p. 183).

Cette méthode a été inspirée à l'auteur par une expérience de M. Warburg qui constata que la décharge d'une bouteille de Leyde peut être oscillatoire, lorsque la charge qu'elle reçoit d'une bouteille plus forte est oscillatoire également.

En perfectionnant le dispositif de M. Warburg, l'auteur cherchait à obtenir un appareil facile à monter et fonctionnant bien, pour la démonstration de la télégraphie sans fil.

L'excitateur se compose de deux bouteilles de Leyde L_1, L_2 semblables, reliées entre elles par les armatures extérieures au moyen de deux fils en spirale S_1 et S_2, reliés eux-mêmes à deux boules de zinc, laissant entre elles une distance explosive de quelques millimètres (f). Les armatures intérieures sont reliées, l'une à l'antenne, l'autre à la terre.

Pour donner à cet excitateur une suite rapide de charges oscillatoires, l'auteur se sert d'une bobine d'induction munie d'un interrupteur en platine, qui charge une forte bouteille de Leyde L, dont les armatures sont reliées aux armatures extérieures de deux petites bouteilles. Sur chacun de ces deux circuits une distance explosive est ménagée entre deux boules de plomb (f_1 et f_2).

Le fonctionnement de ce dispositif est le suivant : lorsque la grosse bouteille est suffisamment chargée, la décharge oscillatoire se produit au même instant en f_1 et f_2, en sorte qu'il se produit une différence de potentiel momentanée entre L_1 et L_2, qui est plus considérable que le potentiel de décharge de F. Il se produit ainsi une décharge entre L_1 et L_2 qui n'est que relativement peu amortie grâce à la self-induction des fils S_1 et S_2, et qui donne

naissance à de fortes ondes électriques qui de l'antenne se propagent dans l'espace.

Il n'a pas encore été possible à l'auteur de vérifier l'exactitude de son hypothèse sur le fonctionnement de cet appareil. En tout cas, et l'expérience d'ailleurs le confirme, il doit y avoir dans ce système, sans compter celles de la bobine, deux sortes d'oscillations, les unes fortement amorties entre L et L_1 et entre L et L_2, les autres relativement peu amorties entre L_1 et L_2.

A la place de la bobine d'induction, on peut employer une machine à influence actionnée par un petit moteur. Les condensateurs à la machine remplacent alors la grosse bouteille L.

MÉTÉOROLOGIE

Dr Julius Hann. Lehrbuch der Meteorologie, 2me édition modifiée. Leipzig, Ch.-Herm. Tauchnitz, 1905. 8°, 642 pages, avec 89 figures dans le texte, 9 planches en autotypie, 14 cartes et 4 tabelles.

La deuxième édition de ce manuel suit la première[1] à peu d'années d'intervalle. Cela prouve surabondamment combien réel était le besoin auquel cette publication répondait déjà en 1901. La première édition était plutôt faite pour les spécialistes et leur était devenue indispensable. Dans cette édition-ci, l'auteur s'est efforcé de répondre davantage au but qu'il avait en vue à l'origine, d'exposer à un cercle plus étendu de lecteurs les résultats des recherches météorologiques. Il y est parvenu par une plus grande concision, mais, dans ce travail de réduction, tout ce qui était essentiel n'a nullement souffert, et, au contraire, plusieurs sujets ont pu être exposés d'une façon plus claire et plus définie.

Il va de soi aussi que l'auteur a tenu compte des recherches les plus récentes et traité d'une façon plus détaillée de tout ce qui concerne les ascensions de cerfs-volants et les lancers internationaux de ballons à dates fixes.

[1] Voir *Archives*, 1901, XII, p. 632.

A signaler aussi que le nouvelle édition se distingue avantageusement de la première par des caractères typographiques un peu plus clairs pour le texte et plus gros pour les annexes, annotations et remarques. La lecture du manuel est rendue plus facile de ce fait. Plusieurs nouvelles tabelles ont été ajoutées, en particulier celles des températures moyennes mensuelles et annuelles et des mesures mensuelles et annuelles de précipitations pour de nombreuses stations réparties sur la surface entière du globe.

R. B.

Dr R. Börnstein. Leitfaden der Wetterkunde. 2me édition, modifiée et augmentée. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1906. 230 pages, avec 61 figures dans le texte et 22 planches.

Le manuel de M. Börnstein arrive aussi, après cinq années, à sa deuxième édition. Son but est plus restreint que celui du manuel de M. le professeur Hann. En le composant, l'auteur a eu en vue le public de plus en plus nombreux qui s'intéresse aux problèmes de la météorologie et le personnel enseignant des écoles secondaires. Ajoutons immédiatement que ce traité peut être en mainte occasion consulté avec grande utilité par les spécialistes, parce qu'il expose les faits avec clarté et que l'auteur connaît à fond la littérature de son sujet.

Après une courte introduction, M. Börnstein passe rapidement en revue les caractères généraux des éléments météorologiques et consacre la deuxième moitié de son ouvrage à la science du *temps* proprement dite. Il étudie d'abord les manifestations les plus importantes des phénomènes atmosphériques, les grains, les orages, etc., puis il passe à l'étude des maxima et des minima barométriques, des types du temps, etc. Il termine par une revue générale de ce qu'est le *service météorologique* dans les différents pays d'Europe, d'Amérique et d'Asie, en donnant naturellement le plus de détails sur le service allemand, tel qu'il est organisé à la deutsche Seewarte de Hambourg.

R. G.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1906

Janvier

612. Battelli (F.) et Stern (Mlle L.). Nouvelles recherches sur les oxydations produites par les tissus animaux en présence des sels ferreux. Genève. — *Comptes rendus* **142**. 175.

613. Bistrzycki (A.) und Siemiradzki (B. v.). Ueber Kohlenoxyd-Abspaltungen im allgemeinen. Freiburg. I. chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **39**. 51.

614. Bonifazi (E.), Kostanecki (St. v.), und Tambor (J.). Synthese des 2 2'.4'-Trioxy-flavonols. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 86.

615. Chodat (R.) et Rouge (E.). La sycochymase ou le labferment du Ficus Carica. Genève. Inst. de botanique de l'Université. — *Centralbl. Bakteriol.* **16**. 1.

616. Decker (H.) und Kopp (C.). Bildung von Indigo aus Chinolin. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 72.

617. Decker (H.) und Laube (Ed.). Zur Constitution der Alizarin-monomethyläther. Genf. Univ.-Lab. *Berichte* **39**. 112.

618. Feinstein (Hermann). Synthese des 3-Methoxychromons. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

493 *bis*. Gnehm (R.) und Schröter (W.). Beiträge zur Kenntnis der Indamine und Thiazine. Zürich. Polytechn.—*J. prakt. Ch.* **73**. 1.

309 *bis*. Imhoff (Max). Ueber Bromderivate des Anthracens. *Dissert.* Zürich (Dr Kaufler).

143 *bis*. Katschalowsky (Alexander). Ueber die Synthese des 2,2'-Dioxyflavonols und der Flavindogenide. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

619. KEHRMANN (F.). Ueber Oxydationsproducte von o-Aminophenolen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 134.

620. KNECHT (Oskar). Zur Kenntnis der Nitrophenolsulfosäuren. *Dissert.* Zürich (Prof. Gnehm).

621. KOCH (Peter). Beitrag zur Stereoisomerie der Chromsalze. *Dissert.* Zürich (Dr Pfeiffer).

622. KOSTANECKI (St. v.), LAMPE (V.) und TRIULZI (S.). Ueber die Färbeeigenschaften des 3.2'.4'-Trioxy-flavonols. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 92.

602 *ter*. LUNGE (G.) und STIERLIN (R.). Zur Bestimmung des Schwefels in zinkhaltigen Abbränden und analogen Fällen. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **19**. 21.

623. REVERDIN (Frédéric) und DELÉTRA (Ernest). Ueber die Nitrirung des Monobenzoyl-und des Dibenzoyl-p-Aminophenols. Genf. — *Berichte* **39**. 125.

133 *bis*. ROUGEOT (Raphaël). Chemische Methoden zur Beurteilung von Steinkohlenbriketts. *Dissert.* Zürich (Prof. Constam).

624. RÜST (Ernst). Bestimmung des Formaldehyds in Formaldehydpastillen. St Gallen. — *Zeitschr. angew. Ch.* **19**. 138.

625. SCHORR (Arthur). Sur la condensation des oxydes aromatiques avec les chlorures d'acides. *Thèse*. Genève (Dr Rotschy)

626. SPONAGEL (Paul). Ueber die Phenylirung von Phenolen. *Dissert.* Genf (Dr Ullmann).

627. STRZYZOWSKI (Casimir). La chimie biologique autrefois et aujourd'hui. Lausanne.

628. STRZYZOWSKI (Kasimir). Ueber ein neues, abnormes Stoffwechselprodukt im Harn bei schwerem Diabetes. Lausanne. Lab. für physiol. Ch. der mediz. Universitätsklinik. — *Pharm. Post* **39**. 2.

629. THIERRY (Maurice de). Introduction à l'étude de la chimie. (Paris) Fribourg.

630. TOLCKSDORFF (J.). Beitrag zur Kenntnis der ungesättigten Ketone. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

631. TREADWELL (F.-P.). Trattato di chimica analitica. 3a ediz. (Milano) Zürich.

559 *bis*. TRIESCHMANN (Armin). Beitrag zur Stereoisomerie und Koordinationsisomerie bei Chromsalzen. *Dissert.* Zürich (Dr Pfeiffer).

632. WERNER (A.). Ueber den Einfluss von Alkoxygruppen auf die Reactionsfähigkeit α-ständiger Bromatome in aromatischen Verbindungen. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 27.

20 *bis*. WERNER (A.) und PETERS (W.). Ueber die Condensation von Phenylhydrazin mit p-Chlor-m-nitro-benzoësäureester. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 185.

Février

633. CHUIT (Ph.) et BOLSING (Fr.). Nouvelles coumarines et quelques-uns de leurs dérivés. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique* **35**. 76.

634. CHUIT (Ph.) et BOLSING (Fr.). Sur les deux aldéhydes homosalicyliques du métacrésol. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique* **35**. 129.

635. CLOETTA (M.). Ueber die Ursache der Gewöhnung an Arsenik. Zürich. Pharmak. Inst. — *Arch. exper. Pathol.* **54**. 196.

409 *bis*. DECKER (Herman) und SCHENK (Carl). Ueber die Einwirkung von Aminen auf quartäre Salze der Phenylacridincarbonsäure. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 748.

636. DILTHEY (Walther). Ueber Siliconium-, Boronium-und Titanoniumsalze. Zürich. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* **344**. 300.

58 *bis*. EDUARDOFF (Fritz). Ueber organische Siliciumverbindungen. *Dissert*. Zürich (Dr Dilthey).

637. EINSTEIN (A.). Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen. Bern. — *Ann. der Physik* **19**. 289.

638. JENSEN (Orla). Einige Bemerkungen über das Milchpulver. Bern. — *Milch-Zeitung* **35**. 97.

639. JOSHUA (Walter-P.). Analytische Beiträge zur Bestimmung von Bleisuperoxyd neben Blei und Bleioxyd. *Dissert*. Zürich (Prof. Treadwell).

640. KELHOFER (W.). Zur gewichtsanalytischen Bestimmung des Zuckers mittels Fehling'scher Lösung. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Zeitschr. anal. Ch.* **45**. 88.

641. KOSTANECKI (St. v.), LAMPE (V.) und TAMBOR (J.). Synthese des Morins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 625.

642. LUNGE (G.). Zur Bestimmung der salpetrigen Säure bei Wasseranalysen. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **19**. 283.

643. SCHMIDLIN (Julius). Die Magnesiumverbindung des Triphényl-chlor-methans. Neue Darstellungsmethoden für Triphenyl-methan und Triphenyl-essigsäure. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **39**. 628.

588 *bis*. TSCHIRCH (A.) und STEVENS (A.-B.). Ueber Japanlack. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Schweiz. Wochenschr.* **44**. 105. 121.

644. WERNER (A.) und DINKLAGE (K.). Ueber Nitrilo-bromo-osmonate. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 499.

645. WERNER (A.) und HUBER (R.). Untersuchungen über Chromsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 329.

646. WINTERSTEIN (E.) und BISSEGGER (W.). Zur Kenntnis der Bestandteile des Emmentaler Käses. Versuche zur Bestimmung der stickstoffhaltigen Käsebestandteile. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **47**. 28.

514 *bis*. WINTERSTEIN (E.) und STRICKLER (E.). Die chemische Zusammensetzung des Colostrums mit besonderer Berücksichtigung der Eiweissstoffe. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **47**. 58.

Mars

647. ACKERMANN (Edwin) und TOGGENBURG (Fritz). Beiträge zur refraktometrischen Bieranalyse. Genf. Kantonales Lab. — *Zeitschr. ges. Brauwesen* **29**. 145.

388 *bis*. BRESLER (H.-W.), FRIEDEMANN (W.-H.) und MAI (J.). Ueber die Einwirkung von Diazohydraten auf Oximinoverbindungen. Bern. — *Berichte* **39**. 876.

648. CLOETTA (M.) und FISCHER (H.-F.). Ueber das Verhalten des Digitoxins im Organismus. Zürich. Pharmak. Inst. — *Arch. exper. Pathol.* **54**. 294.

649. GNEHM (R.) und KAUFLER (F.). Zur Kenntniss der Thiazine. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **39**. 1016.

650. GNEHM (R.) und WALDER (E.). Ueber Methylengrün. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **39**. 1020.

651. GRÆBE (C.) und KRAFT (Hermann). Ueber Oxydationsschmelzen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 794.

652. HENSTOCK (Herbert). Untersuchungen in der Phenanthrenreihe. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

653. KEHRMANN (F.). Constitution der Thionin- und Azoxin-Farbstoffe. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 914.

654. NEIL (Archibald-A.). Ueber Dinaphtylendioxyd. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 1059.

655. NIETZKI (Rudolf). Chemie der organischen Farbstoffe. 5te Aufl. (Berlin) Basel.

656. REVERDIN (Frédéric) und DELÉTRA (Ernest). Ueber den Methylester der Amino-p-dimethylamino-benzoësäure. Genf. — *Berichte* **39**. 971.

623 *bis*. Reverdin (Frédéric) et Delétra (Ernest). Sur la nitration des dérivés mono- et dibenzoylés du p-aminophénol. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **21**. 289.

657. Rieter (E). Neuer Apparat zur Milchfett-Bestimmung nach Gottlieb-Röse. Zürich. Städtisches Lab.. — *Schweiz. Wochenschr.* **44**. 170.

658. Rupe (Hans) und Liechtenhan (Karl). Zur Kenntnis des Carvons. Ueber die Einwirkung von Methylmagnesiumjodid auf Carvon. Basel. Univ.-Lab. II. — *Berichte* **39**. 1119.

659. Rupe (H.) und Veit (L.). Ueber Kondensationsprodukte des Gallacetophenons. Basel. — *Zeitschr. Farbenindustrie* **5**. 101.

660. Rüst (Ernst). Zur Untersuchung von Formaldehydpastillen. St Gallen. Chem. Lab. des Kantons St Gallen. — *Zeitschr. angew. Ch.* **19**. 474.

492 *bis*. Schmid (Alfred) und Decker (H.). Zur Kenntniss der Methylderivate des 9-Phenyl-acridins. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **39**. 933.

661. Stern (Dora). Ueber Derivate des Nitrophenanthrenchinons. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'AVRIL 1906

Le 1er, gelée blanche le matin et forte bise à 1 h. du soir.
2, légère gelée blanche le matin; forte bise à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
3, légère gelée blanche le matin; forte bise à 7 h. et à 9 h. du soir.
4, chute de grésil à 9 h. 30 m. du matin.
6, halo solaire dans l'après-midi; forte bise à 7 h. du soir.
7, forte bise l'après-midi.
8, forte bise pendant la journée.
10, rosée le matin; forte bise à 4 h. du soir.
11, forte bise à 4 h. du soir.
12, rosée le matin.
15, forte rosée le matin.
17, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 10 h. du soir.
18, légère pluie depuis 7 h. du soir.
19, fort vent à 10 h. du matin.
20, fort vent à 1 h. et à 7 h. du soir.
21, forte bise à 10 h. du matin.
22, faible pluie le matin et à 1 h. du soir.
23, faible pluie dans la nuit, à 1 h. et à 7 h. du soir; nouvelle neige sur les montagnes environnantes; forte bise à 7 h. du soir.
24, forte rosée le matin; forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir; quelques gouttes de pluie à 10 h. du soir.
25, forte rosée le matin; bise à 1 h. et pluie à 10 h. du soir.
26, pluie dans la nuit, à 1 h. et à 7 h. du soir; nouvelle neige sur les montagnes environnantes.
28, fort vent à 1 h. et pluie à 10 h. du soir.
29, pluie dans la nuit et pendant la plus grande partie de la journée.
30, pluie dans la nuit et très fort vent pendant la journée.

GENÈVE — AVRIL 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	32.5	32.4	33.2	32.45	+ 7.92	31.6	33.7	S. 0	NNE. 2	NNE. 1	N. 1	5.8	1	0	0	0	10.3	....	....
2	34.7	34.1	33.9	**34.06**	**+ 9.54**	33.1	**34.9**	NNE. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	3.5	1	0	0	0	10.1	....	....
3	34.6	33.1	32.3	33.29	+ 8.78	31.5	34.6	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 1	**13.9**	0	0	0	0	**10.4**	....	....
4	32.1	31.6	30.1	31.25	+ 6.75	29.8	32.3	SW. 0	NNE. 1	SSW. 1	var.	7.4	10	10	9	9	1.0	0.5	1
5	29.4	28.5	29.3	29.16	+ 4.67	27.5	30.5	SSW. 1	N. 1	S. 0	var.	2.9	8	8	10	8	2.5	....	....
6	32.2	32.3	33.3	32.07	+ 7.58	33.4	30.0	SW. 0	N. 1	W 0	var.	3.3	10	7	6	7	5.1	....	....
7	33.6	32.3	32.3	32.74	+ 8.26	31.4	33.7	SW. 1	NNE. 2	N. 1	NNE. 1	6.9	10	5	7	6	8.2	....	....
8	33.2	32.0	30.8	31 96	+ 7.48	30.2	33.3	SW. 0	NNE. 2	NE. 1	NNE. 1	13 7	9	2	10	5	9.5	....	....
9	30.9	30.9	30.7	30.65	+ 6.17	30.0	31.4	SW. 0	NNW. 1	N. 0	var.	6.3	10	3	0	4	7.0	....	....
10	32.2	31.5	31.8	31.49	+ 7.00	30.4	32.3	S. 0	N. 1	S. 0	var.	3.5	1	2	1	3	9.6	....	....
11	34.1	33.1	33.3	33.27	+ 8.78	32.3	34.5	S. 0	N. 1	SE. 0	var.	2.3	8	4	3	5	5.2	....	....
12	34.0	32.0	31.1	32.44	+ 7.94	30.7	34.0	S. 0	N. 1	SE. 1	N. 1	3 5	2	7	10	7	6.1	....	....
13	31.8	30.7	31.2	31.09	+ 6.58	29.9	31.8	S. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.5	10	8	9	9	5.0	2.6	2
14	32.6	31.6	32.8	32.08	+ 7.56	31.3	32.9	SE. 0	N 1	SE. 0	N. 1	4.2	10	7	10	7	5.0	....	....
15	34.1	33.3	34.1	33.61	+ 9.08	32.9	34.2	S. 0	NNE. 1	N. 0	N. 1	8.1	0	2	0	2	9.7	....	....
16	33.5	31.5	29.8	31.67	+ 7.12	29.0	33.8	N. 1	N. 1	N. 0	N. 1	5.4	10	6	1	8	5.4	4.4	3
17	26.9	23.6	21.5	24.45	− 0.11	20.0	28.6	SSW. 1	N. 1	S. 0	N. 1	3.1	10	10	10	10	....	2.6	3
18	14.9	12.6	12.0	**13.88**	**−10.70**	**11.6**	18.6	N. 0	N. 1	S. 0	var.	5.0	10	7	10	9	2.1	0.5	1
19	13.2	16.1	20.7	15.76	− 8.84	12.4	21.8	S. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	10.4	10	10	10	10	....	....	....
20	25.1	27.0	30.2	26.35	+ 1.73	22.1	30.4	SSW. 1	SSW 2	S. 1	SSW. 1	10.9	8	10	1	8	0.5	....	....
21	30.9	29.5	27.8	29.59	+ 4.95	27.6	31.1	N. 1	N. 1	N. 1	N. 1	5.8	7	1	7	4	10.0	0.3	....
22	26.9	26.4	27.2	27.09	+ 2.43	26.3	28.4	S. 0	SE. 1	SSE. 1	SSE. 1	2.1	10	10	10	10	....	0.5	1
23	26.4	27.7	27.2	26.83	+ 2.14	25.8	27.7	S. 1	ENE. 1	NNE. 1	NNE. 1	7.7	10	10	9	9	2.9	0.4	....
24	24.2	24.3	24.8	24.58	− 0.14	24.1	25.2	S. 0	N. 0	S. 0	var.	5.4	3	8	7	8	4.5	....	....
25	24.7	22.7	21.1	22.93	− 1.82	20.2	24.8	SW. 0	NNE. 2	SSW. 1	NNE. 1	5.8	1	3	10	5	10.3	4.7	3
26	18.1	15.5	14.2	16.53	− 8.25	14.0	20.5	SW. 0	SSW. 1	S. 0	var.	4.2	10	10	10	10	....	8.4	4
27	14.9	15.9	18.8	16.03	− 8.78	14.3	19.7	SE. 1	N. 1	S. 0	var.	3.5	10	10	10	10	....	....	....
28	21.1	20.3	19.5	20 13	− 4.71	19.1	21.1	W. 1	WSW 2	SSW. 1	SSW. 1	8.1	6	5	10	7	10.1	4.7	3
29	15.7	16.8	17.7	16.87	− 8.01	15.1	19.0	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	8.4	10	10	6	9	2.8	**11.5**	**7**
30	17.5	16.0	15.9	16.30	− 8.61	14.3	17.7	N. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	3.3	3	6	8	6	8.4	4.7	3
Mois	27.53	26.86	26.89	27.02	+ 2.25							5.94	6.9	6.0	6.5	6.5	161.7	45.8	31

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 0.8	+ 8.4	+ 5.5	+ 4.46	- 2.37	**- 1.0**	+10.6	85	44	61	67	- 5	42	98	....	.....	1095
2	2.4	9.1	5.4	5.06	- 1.91	**- 1.0**	11.0	76	46	74	62	-10	44	87	5.0	- 2.3	1070
3	2.8	9.2	7.0	5.84	- 1.26	+ 1.7	10.6	64	49	53	57	-14	40	80	5.0	- 2.4	1095
4	1.0	2.4	8.0	**3.49**	- 3.75	- 0.7	5.0	80	58	61	70	- 1	55	90	5.3	- 2.2	1068
5	4.6	8.9	8.6	7.19	- 0.19	+ 3.3	12.6	55	42	58	54	-17	40	72	6.1	- 1.5	1090
6	7.8	14.2	9.6	10.20	+ 2.69	6.9	15.5	75	45	64	59	-12	34	77	6.4	- 1.3	1095
7	6.8	12.9	10.4	9.35	+ 1.70	5.0	14.0	80	55	68	69	- 2	54	85	6.5	- 1.2	1065
8	6.5	12.3	9.6	9.23	+ 1.44	5.0	13.6	77	41	52	60	-11	39	82	....	.....	1075
9	5.0	11.8	9.1	9.34	+ 1.41	4.0	15.3	79	49	73	63	- 8	38	86	6.7	- 1.3	1075
10	6.1	15.2	11.4	9.72	+ 1.65	3.3	16.4	82	39	58	62	- 8	35	95	8.0	0.0	1067
11	6.8	15.6	10.9	11.70	+ 3.49	6.0	**19.7**	70	27	60	**50**	**-20**	**18**	78	8.0	- 0.1	1065
12	6.2	14.2	12.0	10.86	+ 2.51	3.3	19.0	70	46	51	55	-15	20	86	8.2	0.0	1070
13	9.0	18.7	13.1	**12.96**	**+ 4.47**	6.4	17.2	81	32	59	58	-12	30	87	....	.....	1075
14	9.0	15.0	11.5	11.69	+ 3.06	8.8	17.1	89	53	69	72	+ 2	45	96	8.6	+ 0.2	1100
15	7.0	14.4	10.7	10.46	+ 1.69	5.2	16.3	87	60	80	75	+ 5	53	**99**	....	.....	1125
16	9.6	12.9	12.0	11.37	+ 2.46	9.0	16.0	84	55	66	75	+ 5	51	90	....	.....	1115
17	9.4	13.1	11.7	10.95	+ 1.90	8.9	14.1	96	66	86	86	+16	61	97	7.3	- 1.4	1155
18	9.5	14.3	13.8	11.94	+ 2.75	8.8	15.7	94	74	52	80	+10	50	96	7.6	- 1.2	1150
19	10.4	11.0	10.0	10.98	+ 1.64	9.8	13.2	77	68	73	67	- 3	55	80	8.0	- 0.9	1105
20	8.4	12.2	8.3	9.57	+ 0.09	6.7	14.8	63	44	61	56	-14	40	82	8.0	- 0.9	1120
21	7.6	12.0	11.0	10.05	+ 0.43	5.8	15.2	78	56	71	65	- 5	40	82	8.0	- 1.0	1122
22	9.7	12.2	9.4	10.57	+ 0.81	9.0	13.3	89	62	76	75	- 5	58	92	....	.....	1115
23	7.6	6.8	5.7	7.31	- 2.60	4.7	10.0	73	71	70	70	0	51	85	7.7	- 1.6	1100
24	4.8	7.9	4.4	5.38	- 4.67	2.4	9.1	84	61	78	68	- 2	45	86	7.2	- 2.2	1100
25	3.6	8.7	6.7	6.06	- 4.14	0.8	10.9	74	36	65	58	-12	33	87	7.1	- 2.4	1085
26	4.9	5.9	5.0	5.19	**- 5.15**	3.9	7.8	94	97	87	**91**	**+22**	74	98	8.0	- 1.6	1075
27	4.8	9.1	6.8	6.50	- 3.98	3.6	10.0	87	57	79	76	+ 7	48	92	7.7	- 2.0	1075
28	7.3	12.8	8.0	9.21	- 1.42	6.0	14.1	57	41	76	58	-11	33	81	7.9	- 1.9	1050
29	7.8	4.6	5.3	6.35	- 4.42	4.3	8.7	80	97	67	81	+12	61	98	....	.....	1085
30	+ 3.7	+10.7	+ 6.0	+ 6.57	- 4.35	+ 1.7	+13.0	87	33	98	69	0	29	98	8.1	- 1.9	1080
Mois	+ 6.36	+11.22	+ 8.90	+ 8.65	- 0.32	+ 4.79	+13.33	79	54	68	67	- 3			7.62	- 1.16	1092

MOYENNES DE GENÈVE. — AVRIL 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	32.10	32.10	32.54	32.53	31.87	30.90	31.39	31.85	31.91
2e »	27.71	27.60	28.03	27.83	27.17	26.56	27.13	27.66	27.46
3e »	22.64	22.24	22.03	21.84	21.53	20.87	21.00	21.35	21.69
Mois	27.48	27.32	27.53	27.40	26.86	26.11	26.51	26.95	27.02

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 4.75	+ 3.33	+ 4.38	+17.60	+10.44	+11.28	+ 9.23	+ 8.09	+ 7.39
2e »	9.07	7.78	8.53	12.09	14.14	14.97	12.90	10.51	11.25
3e »	5.71	5.27	6.18	8.25	9.07	9.70	7.98	6.40	7.32
Mois	6.51	5.46	6.36	9.31	11.22	12.00	10.04	8.33	8.65

Fraction de saturation en %.

1re décade	72	75	75	59	47	49	57	64	62
2e »	77	85	81	63	53	50	59	71	67
3e »	81	81	80	69	61	56	64	77	71
Mois	77	80	79	64	54	52	60	71	67

Dans ce mois l'air a été calme 255 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{95}{49} = 1.9$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 9°.1 E.
Son intensité est égale à 30.0 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique.....		727.09
Nébulosité		6.5
Température	$\frac{7+1+9}{3}$..	+ 8°.83
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+ 8°.84
Fraction de saturation.....		67 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875).	724.77
Nébulosité..	(1847-1875).	5.8
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	56mm.8
Nombre de jours de pluie.	(id.).	11
Température moyenne ...	(id.).	+8°.97
Fraction de saturat.	(1849-1875).	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	49.0	50.8	47.5	41.8	38.0	35.0	48.0

Station	VERNIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	47.6	45.8	45.7	54.6	51.8	51.7

Durée totale de l'insolation à Jussy : 161h.1.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

D'AVRIL 1906

Le 3, brouillard le soir.
les 4 et 5, très fort vent, brouillard, neige.
les 8, 9 et 10, neige.
le 14, brouillard le soir,
15, brouillard le matin.
les 18 et 19, très fort vent, brouillard et neige.
le 20, brouillard.
les 22, 23 et 24, forte bise et brouillard.
le 25, fort brouillard, neige et bise.
26, très fort vent, neige et bise.
27, brouillard.
28, brouillard.
29, très fort vent, brouillard et neige.
30, très fort vent le soir,

GRAND SAINT-BERNARD — AVRIL 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	63.9	65.6	66.5	65.3	+ 5.0	63.4	66.8	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
2	67.2	68.1	68.2	67.8	+ 7.4	67.0	68.3	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	0	0	0	....	....
3	66.9	66.2	65.9	66.3	+ 5.8	65.6	67.3	NE. 1	NE. 1	SW. 2	NE. 1	0	0	10	3	....	....
4	66.4	66.1	66.6	66.1	+ 5.9	64.2	66.8	SW. 3	SW. 4	SW. 3	SW. 3	10	10	10	10	2.7	2
5	66.0	66 3	66.8	66.4	+ 5.8	65.8	67.0	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	10	10	10	10	2.2	2
6	67.1	68.1	68.9	68.0	+ 7.4	66.8	69.3	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	4	3	2	3	....	....
7	68.9	68.5	68.7	68.7	+ 8.0	68.0	69.1	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	4	5	7	5	....	....
8	68.5	67.1	65.8	67.1	+ 6.3	65.6	68.7	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	8.7	6
9	66.3	67.6	69.1	67.7	+ 6.8	66.1	69.3	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	4.8	4
10	68.9	69.3	70.3	69.5	+ 8.6	68.6	70.5	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	6	9	....	....
11	70.6	70.6	71.5	**70.9**	+ **9.9**	70.3	**71.8**	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	2.7	2
12	70.9	70.7	70.4	70.7	+ 9.6	70.0	71.0	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	2	4	7	4	....	....
13	68.9	68.9	68.6	68.8	+ 7.7	68.5	69.2	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	5	4	10	6	....	....
14	67.8	68.1	69.0	68.3	+ 7.1	67.6	69.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	6	8	10	8	....	....
15	69.4	70.0	70.6	70.0	+ 8.7	69.1	70.8	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	5	5	....	....
16	69.6	69.1	67.8	68.8	+ 7.4	67.0	70.0	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	2	2	10	5	....	....
17	64.9	64.1	62.6	63.9	+ 2.4	60.5	66.3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	**41.2**	**27**
18	57.6	56 3	54.9	56.3	- 5.2	54.5	58.3	SW. 3	SW. 3	SW. 3	SW. 3	10	10	10	10	24.1	17
19	53.0	54.7	58.5	55.4	- 6.2	52.8	59.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	7	10	9	....	...
20	61.4	63.4	65.4	63.4	+ 1.7	61.0	65.8	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	5	4	10	6	....	....
21	66.1	66.4	66.1	66.2	+ 4.4	65 8	66.6	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	5	10	5	....	....
22	63.1	62.6	62.8	62.8	+ 0.9	62.5	65.2	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	....	....
23	61.2	60.9	60.0	60.7	- 1.3	58.9	61.4	NE. 1	NE. 1	NE. 3	NE. 2	6	10	10	9	....	....
24	57.8	57.8	57.4	57.7	- 4.4	57.1	58.5	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	5	10	8	....	....
25	57.1	57.6	57.3	57.3	- 4.9	56.9	57.9	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	5	1	5	15.2	8
26	55.4	53.7	52.7	53.9	- 8.3	52.0	56.1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	11.2	7
27	50.9	52.0	53.8	**52.2**	- **10.1**	**50.6**	54.2	SW. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	....	....
28	55.8	56.9	57.2	56.6	- 5.8	55.5	57.3	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	5	0	5	....	....
29	55.2	53.6	53.7	54 2	- 8.3	53.1	56.4	SW. 1	SW. 4	NE. 1	SW. 3	10	10	10	10	18.5	12
30	52.5	53.2	53.6	53 1	- 9.5	52.1	53.8	SW. 2	SW. 1	SW. 3	SW. 2	5	2	3	3	....	....
Mois	63.31	63.45	63.69	63.48	+ 1 85							7.0	6.3	7.7	7.0	131.3	87

GRAND SAINT-BERNARD — AVRIL 1906

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 8.6	- 4.6	- 8.6	- 7.3	- 1.8	-10.4	- 3.8	56	52	76	61	52	76
2	- 7.6	- 2.2	- 6.0	- 5.3	+ 0.1	- 9.2	- 0.2	25	28	55	**36**	**25**	55
3	- 7.4	- 2.0	- 8.4	- 5.9	- 0.7	- 8.4	- 0.8	37	43	84	55	37	84
4	-14.4	-13.0	-13.2	**-13.5**	**- 8.4**	**-15.5**	- 9.0	92	90	95	92	90	95
5	-12.6	- 9.4	- 9.6	-10.5	- 5.5	-14.5	- 9.8	94	93	96	94	93	**97**
6	- 9.8	- 5.2	- 5.4	- 6.8	- 1.9	-10.8	- 2.3	96	85	85	89	85	96
7	- 4.4	- 1.8	- 4.0	- 3.4	+ 1.3	- 6.7	- 1.3	72	62	95	76	62	95
8	- 6.2	- 0.7	- 5.8	- 4.2	+ 0.4	- 6.8	+ 1.2	88	62	90	80	62	90
9	- 6.2	- 3.8	- 4.4	- 4.8	- 0.3	- 7.2	- 3.6	92	94	92	93	92	94
10	- 4.5	- 3.6	- 4.6	- 4.2	+ 0.1	- 5.6	- 3.5	92	84	80	85	80	92
11	- 4.1	- 4.2	- 5.0	- 4.4	- 0.2	- 5.5	- 3.9	72	92	94	86	72	94
12	- 5.2	- 1.6	- 2.8	- 3.2	+ 0.9	- 6.0	- 0.8	88	68	85	80	68	88
13	- 3.6	+ 1.0	- 3.0	- 1.9	+ 2.1	- 4.8	+ 1.2	63	63	95	74	63	95
14	- 4.2	2.2	- 2.0	- 1.3	+ 2.5	- 5.6	3.2	88	70	96	85	70	96
15	- 2.8	2.6	- 1.6	- 0.6	+ 3.1	- 3.0	3.4	95	60	87	81	60	95
16	- 2.2	+ 1.9	- 0.5	**- 0.3**	**+ 3.3**	- 3.5	**+ 4.4**	84	67	85	79	67	85
17	- 1.7	- 1.5	- 3.2	- 2.1	+ 1.3	- 3.2	- 0.6	95	94	95	**95**	94	95
18	- 3.0	- 2.5	- 3.6	- 3.0	+ 0.3	- 4.0	- 2.3	94	93	95	94	93	95
19	- 2.6	+ 0.2	- 2.8	- 1.7	+ 1.4	- 4.0	+ 1.4	95	84	85	88	84	95
20	- 3.6	+ 2.2	- 3.2	- 1.5	+ 1.5	- 6.2	3.2	67	65	95	76	65	95
21	- 5.3	- 0.2	- 2.2	- 2.6	+ 0.2	- 6.2	1.0	75	70	92	79	70	92
22	- 1.1	- 0.2	- 4.0	- 1.8	+ 0.9	- 4.4	+ 2.4	94	86	95	92	86	95
23	- 4.8	- 2.5	- 9.6	- 5.6	- 3.0	-10.2	- 0.3	68	70	92	77	68	92
24	-10.1	- 5.4	-10.4	- 8.6	- 6.2	-11.6	- 4.0	91	78	90	86	78	91
25	-11.5	- 4.4	- 7.8	- 7.9	- 5.6	-13.0	- 2.8	88	58	50	65	50	88
26	- 8.5	- 6.0	- 7.6	- 7.4	- 5.3	-10.0	- 6.8	88	92	92	91	88	92
27	- 6.9	- 3.6	- 7.4	- 6.0	- 4.0	- 8.8	- 3.6	94	82	90	89	82	94
28	- 7.2	- 3.5	- 6.6	- 5.8	- 4.0	- 8.8	- 0.6	90	74	62	75	62	90
29	- 6.2	- 4.6	- 8.4	- 6.4	- 4.7	- 8.8	- 4.6	78	95	88	87	78	95
30	- 9.2	- 4.2	- 7.5	- 7.0	- 5.4	-11.2	- 1.3	88	57	72	72	57	88
Mois	- 6.18	- 2.69	- 5.64	- 4.83	- 1.56	- 7.78	- 1.48	81	74	86	80		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	67.01	67.29	67.68	67.32	74	69	85	76
2e »	65.41	65.59	65.93	65.65	84	76	91	84
3e »	57.51	57.47	57.46	57.47	85	76	82	81
Mois	63.31	63.45	63.69	63.48	81	74	86	80

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 8.17	— 4.63	— 7.00	— 6.59	— 6.70
2e »	— 3.30	+ 0.03	— 2.77	— 2.01	— 2.20
3e »	— 7.08	— 3.46	— 7.45	— 5.90	— 6.21
Mois	— 6.18	— 2.69	— 5.64	— 4.83	— 5.04

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{48}{105} = 0.46$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W.
Son intensité est égale à 63.3 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	20.7	20.3	33.7	131.3
Neige en centimètres....	00cm	00cm	24cm	87cm

NOTE

SUR LA

THÉORIE DU COURONOÏDE

PAR

C. CAILLER

---

§ 1. *Préliminaires.* — Dans les problèmes ordinaires d'interpolation, on donne les valeurs f_1, f_2,... f_n d'une fonction $f(x)$ pour certaines valeurs x_1, x_2,... x_n de la variable et l'on doit, sur ce seul renseignement, calculer d'une manière approximative la valeur de la fonction $f(x)$, dont la forme n'est pas connue, pour une valeur quelconque de x. On rencontre souvent, en Mécanique et en Physique, un problème d'interpolation quelque peu différent.

Pour en faire comprendre la nature, supposons un champ de vecteurs dans un plan et admettons qu'en explorant le champ on en ait reconnu la direction en divers points A_1, A_2,... A_n; le problème consistera alors à définir approximativement, moyennant cette indication, la direction du champ en un lieu quelconque, pas trop distant cependant des points donnés. Par exemple, ayant observé en certaines stations la déclinaison de l'aiguille aimantée, il s'agit de donner une idée plus complète et plus précise du champ terrestre en traçant le système

des méridiens magnétiques. Ce problème se résout souvent d'une manière très simple ; ainsi, dans le cas que je viens de mentionner, les lignes cherchées ont une allure assez régulière et les stations sont toujours assez nombreuses pour qu'il soit possible de se contenter d'un dessin fait de sentiment à main levée.

Il en est autrement en Météorologie ; mais quand on consulte une carte indiquant à une certaine époque la direction du vent en divers points d'un grand pays, on la voit souvent changer avec rapidité et être fort différente en des points relativement rapprochés. Si l'on se propose de tracer dans ce cas les lignes de flux, en s'astreignant simplement à respecter la continuité, on ne peut plus se passer d'une construction régulière et une théorie devient indispensable.

M. René de Saussure est le premier et jusqu'à présent, à ma connaissance du moins, le seul auteur qui se soit posé ce problème. Il en a donné, par sa construction du *couronoïde*, une solution très élégante et aussi simple qu'il était possible de la désirer. Ses travaux sur ce sujet, disséminés dans plusieurs articles, ont été réunis par lui dans son mémoire sur la *Théorie géométrique du mouvement des corps*, publié dans les *Archivees*, tomes XIII et XIV (1902). On sait en effet que M. de Saussure, ayant constaté l'analogie des propriétés de la couronne et du couronoïde avec celles de la droite et du plan, a posé les fondements d'une géométrie des *éléments fluides* ou, comme nous les appellerons plus simplement, des *flèches* dans le plan.

Une *flèche*, c'est un vecteur d'une longueur indéterminée, que nous supposons souvent infiniment petite. La flèche est appliquée en un point d'un plan et possède

trois coordonnées ; la géométrie des flèches dans le plan est donc à trois dimensions, de même que la géométrie ordinaire, en sorte qu'on peut faire correspondre à toute flèche d'un plan un point de l'espace et réciproquement. Par cette correspondance le problème de l'interpolation d'un champ vectoriel, dont il est question ci-dessus, se transforme en cet autre qui est un problème d'interpolation algébrique à deux variables ; *étant donnés quelques points de la surface d'un corps tracer cette surface d'une manière approchée.* On voit que, envisagé dans toute sa généralité, le problème revient à l'interpolation ordinaire.

Il suffit, au moins dans une première approximation, de le traiter pour un triangle de flèches ; car on ramènera le cas général au cas particulier en juxtaposant les interpolations de divers triangles, de même que pour avoir l'idée de la forme d'une surface passant par plusieurs points il suffit de tracer un des polyèdres formés de facettes planes triangulaires ayant ces différents points pour sommets. Cette image est bien propre à faire sentir l'indétermination de la solution, résultant des différents modes de grouper en triangles les points donnés ; il y faut ajouter une seconde indétermination, inhérente à tout problème d'interpolation, et qui provient du choix plus ou moins arbitraire d'nne surface type, ici le plan, pour opérer l'interpolation du triangle.

Ayant eu l'occasion d'examiner, au point de vue analytique, la théorie du couronoïde, je me suis demandé si les propriétés si curieuses de la couronne et du couronoïde suffisent pour caractériser la solution indiquée par M. de Saussure parmi toutes celles, en nombre infini, qu'on pourrait lui substituer pour interpoler un

triangle de flèches. Le but principal de cette note est de montrer qu'il n'en est rien, mais qu'au contraire il existe une infinité de flux interpolateurs jouissant de propriétés toutes semblables. L'analogie va quelquefois jusqu'à l'identité de sorte qu'il n'existera alors pour préférer la solution fournie par le couronoïde que le le motif, subjectif en quelque sorte, de la simplicité de ses lignes de flux.

§ 2. *L'interpolation d'un triangle.* — Commençons par étudier, au point de vue analytique, les conditions générales de l'interpolation d'un triangle de flèches.

Dans le plan XOY, une flèche est définie par les coordonnées x et y de son point d'application et par le coefficient angulaire $y' = \frac{dy}{dx}$ de son inclinaison sur l'axe des y. Ce dernier élément, étant le même pour deux flèches opposées, ne permet pas de les distinguer l'une de l'autre, mais nous ne nous arrêterons pas, pour le moment, à ce défaut de la représentation analytique.

Une équation différentielle du premier ordre $f(x, y, y') = 0$ attache à tous les points x, y, du plan une ou plusieurs flèches x, y, y', selon que son degré relativement à y' est égal à l'unité ou plus grand que l'unité. Dans tous les cas, l'équation $f = 0$ définit dans le plan une double infinité de flèches, un *flux*, comme nous dirons. Les lignes de flux, en nombre simplement infini, sont données par l'intégrale générale de l'équation $f = 0$, soit $F(x, y, c) = 0$.

Pour qu'un flux puisse interpoler un triangle de flèches x_1, y_1, y'_1 ; x_2, y_2, y'_2 ; x_3, y_3, y'_3, il faut et il suffit que son équation contienne trois paramètres arbitraires et soit de la forme

$$f(x, y, y', a_1, a_2, a_3) = 0, \qquad (1)$$

car il y a trois équations à satisfaire $f(x_1, y_1, y'_1) = 0$, $f(x_2, \ldots) = 0$, $f(x_3, \ldots) = 0$. On voit, ce qui était d'ailleurs évident, que lorsque aucune condition n'est posée, il est possible d'interpoler un triangle de flèches d'une infinité de manières différentes.

La solution générale qui précède n'a pour ainsi dire qu'une existence purement analytique et est dénuée de toute valeur géométrique pour la raison que voici. Si on entraîne dans son plan le triangle des flèches données f_1, f_2, f_3, sans le déformer, et qu'on le place en f'_1, f'_2, f'_3, le flux interpolateur du triangle f'_1, f'_2, f'_3, sera en général complètement différent du flux primitif interpolant f_1, f_2, f_3 ; autrement dit, la forme et la construction du flux seront affectées par la position qu'on donnera au triangle f_1, f_2, f_3 par rapport aux axes coordonnés. Ceci est inadmissible, et nous devons au contraire imposer au flux l'obligation de se déplacer sans déformation quand le triangle interpolé se meut lui-même sans déformation. Ou bien encore, pour que l'équation (1) fournisse une solution géométrique du problème proposé, il faut que les ∞^3 flux qu'elle représente se transforment les uns dans les autres par le groupe des mouvements.

Mais le groupe des mouvements dans le plan est à trois paramètres, de sorte qu'en attribuant à un flux quelconque déterminé $f(x, y, y') = 0$ les diverses positions qu'il peut occuper, l'équation qui les représente toutes contiendra précisément trois constantes arbitraires et sera de la forme (1). Ainsi la condition précédente peut encore être satisfaite d'une infinité de manières ; pour s'en rendre compte, peut-être un peu plus nettement, il suffit de remarquer qu'au lieu de mouvoir le

flux pour mettre trois de ses flèches en coïncidence avec trois autres données dans le plan, il revient au même de le laisser fixe et de déplacer au contraire le triangle des flèches données pour le porter sur le flux. Or un triangle de flèches est défini, à la position près, par les longueurs de ses côtés et les inclinaisons des flèches sur ceux-ci, en tout six éléments. D'autre part un flux contient ∞^6 triangles de flèches déterminés uniquement par les six coordonnées des trois sommets. Ainsi le nombre des équations qu'il faut écrire pour exprimer que le triangle donné est contenu dans le flux est égal au nombre des équations dont on dispose. Il peut d'ailleurs arriver que le nombre des solutions ne soit pas le même selon qu'on meut le triangle pour le porter sur le flux, ou le flux pour mettre trois de ses flèches avec trois autres données de position dans le plan ; cela aura lieu notamment si le flux se reproduit quand on le fait tourner autour d'un point d'un angle commensurable avec la circonférence.

D'après l'exposé précédent il est clair que les équations qu'on doit former pour résoudre le problème sont en général fort compliquées et qu'elles admettront un nombre de solutions plus ou moins élevé. Toutefois l'exemple du couronoïde démontre qu'au moins dans certains cas ce nombre peut s'abaisser jusqu'à l'unité. En outre, la construction du couronoïde *représente le sens des flèches,* élément que nous avons négligé jusqu'à présent. Cette dernière circonstance est tout-à-fait essentielle dans le problème de l'interpolation, car il est évident que si l'on renverse le sens d'une seule flèche, ou de deux, le flux interpolateur doit changer du tout au tout.

Il importe donc de revenir sur la théorie du couronoïde pour reconnaître analytiquement à quelles causes il doit ses propriétés particulières si remarquables. Les paragraphes suivants sont consacrés à cette étude ; une généralisation toute naturelle nous fournira ensuite d'autres flux interpolateurs doués de propriétés très semblables, ou même identiques. Dans un dernier paragraphe nous aurons à reprendre la théorie générale afin de présenter quelques points de vue nouveaux pour la géométrie des flèches dans le plan [1].

§ 3. *Théorie analytique du couronoïde.* — Soient z et t deux variables complexes ; faisons, à l'aide de l'équation $z = -\frac{1}{t}$, la représentation conforme du plan (t) sur le plan (z). La relation précédente équivaut géométriquement à une transformation par rayons vecteurs réciproques. Ainsi lorsque la variable t trace une droite dans son plan, la variable z décrit un cercle dans le sien ; en particulier les axes réels des deux plans se correspondent. Si l'on meut le point t le long d'une droite parallèle à l'axe réel des t, z ne devient réel que pour t égal à l'infini, donc le cercle décrit par z est tangent à l'axe réel du plan z, à l'origine $z = 0$. Enfin lorsqu'on fait décrire à la variable t, dans le sens positif, successivement toutes les droites parallèles à l'axe réel de son plan, les cercles correspondants, engendrés par le mouvement de z sont tangents entre eux au point $z = 0$. On peut observer de plus que le mouvement de z sur ces différents cercles a lieu dans un sens qui coïncide avec le sens positif de l'axe réel au point

[1] Pour ménager la place je supprime toute figure ; le lecteur fera bien de s'aider çà et là d'un croquis.

de contact ; le système ainsi formé est donc un *couronoïde* en prenant ce mot avec la signification que lui a donnée M. de Saussure.

En résumé, en posant $t = u + vi$, si l'on fait varier u de $+\infty$ à $-\infty$ en laissant v constant, la formule $z = -\frac{1}{t}$ définit un cercle du couronoïde décrit dans le sens indiqué plus hant ; si on donne à v une série continue de valeurs on engendrera de même tous les cercles du couronoïde.

En différentiant l'équation $z = -\frac{1}{t}$, on a

$$\frac{dz}{dt} = z^2 \tag{2}$$

comme équation différentielle du couronoïde. Il faut remarquer que t est complexe, mais que dt est réel ; la propriété traduite par l'équation (2) est donc équivalente à la suivante.

Si O *est le pôle d'un couronoïde*, OX *son axe*, OY *un axe perpendiculaire sur le premier, et* z *l'affixe* $x + yi$ *d'un point quelconque du plan, la flèche attachée par le couronoïde en* z *a pour angle polaire, par rapport au système coordonné* XOY, *l'argument de la quantité imaginaire* z^2.

Nous emploierons la notation *Arg.* u pour l'argument d'une quantité complexe u ; on peut donc écrire à la place de (2)

$$\operatorname{Arg} \frac{dz}{z^2} = 0 \tag{3}$$

comme équation différentielle du couronoïde.

Le couronoïde défini par les équations (2) ou (3) occupe une position spéciale par rapport au système

d'axes XOY. Pour obtenir l'équation du couronoïde dans une position quelconque, il suffira de remplacer la variable z par $pz + q$; p et q sont deux constantes complexes dont la première a pour module l'unité et pour argument l'angle polaire dont on doit faire tourner le couronoïde pour ramener son axe à être parallèle à OX, tandis que $z_0 = -\frac{q}{p}$ représente le vecteur joignant l'origine au nouveau pôle. Mais pour donner au calcul la plus grande simplicité, il convient de remplacer p par le carré m^2 et q par $-m^2 z_0$, ce qui revient à poser $z = m^2 (z - z_0)$. L'équation générale du couronoïde se présente alors sous la forme

$$\frac{dz}{dt} = m^2 (z - z_0)^2 \quad \text{ou} \quad \text{Arg.} \frac{dz}{(z - z_0)^2} = \text{Const.} \quad (4)$$

En s'appuyant sur les quelques formules qui précèdent il est maintenant aisé de résoudre, par le moyen d'un couronoïde, le problème de l'interpolation d'un triangle de flèches dont il a été question plus haut ; nous devons exclure seulement le cas où deux ou trois des flèches données seraient appliquées au même point.

Soient donc z_1, z_2, z_3, trois points distincts du plan (z) en chacun desquels agisse une flèche de direction donnée, et dz_1, dz_2, dz_3, trois vecteurs infiniment petits portés sur ces flèches. Les modules de ces différentielles sont arbitraires ; quant à leurs arguments $2\alpha_1$, $2\alpha_2$, $2\alpha_3$, ils sont déterminés aux multiples de 2π près. En vertu des équations (4) du couronoïde, il s'agit simplement de trouver deux constantes m et z_0, telles que les trois quantités

$$m^2 (z_1 - z_0)^2, \; m^2 (z_2 - z_0)^2, \; m^2 (z_3 - z_0)^2$$

aient pour arguments respectifs $2\alpha_1$, $2\alpha_2$, $2\alpha_3$, ou encore que les racines carrées

$$m(z_1 - z_0),\ m(z_2 - z_0),\ m(z_3 - z_0)$$

aient pour arguments $\alpha_1 + \varepsilon_1$, $\alpha_2 + \varepsilon_2$, $\alpha_3 + \varepsilon_3$; ε_1, ε_2, ε_3 désignent ici trois multiples arbitraires du nombre π. En éliminant par division l'inconnue m, on voit que z_0 est assujetti à la double condition

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{Arg}\frac{z_0 - z_2}{z_0 - z_1} &= \alpha_2 - \alpha_1 + k\pi \\ \operatorname{Arg}\frac{z_0 - z_3}{z_0 - z_1} &= \alpha_3 - \alpha_1 + k'\pi \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

On peut évidemment se borner à donner les valeurs 0 et 1 aux entiers arbitraires k et k' ; les équations (5) représentent donc en tout quatre hypothèses.

Remarquons maintenant que si l'argument de $\frac{z_0 - z_2}{z_0 - z_1}$ a été ramené entre les limites $-\pi$ et $+\pi$, sa valeur absolue représente l'angle sous lequel on voit du point z_0 le segment $z_1 z_2$ tandis que le signe $\pm$ indique si z_0 est placé par rapport à $z_1 z_2$ du même côté, ou de côté opposé, que l'axe OY par rapport à l'axe OX. Ainsi une équation du type

$$\operatorname{Arg}\frac{z_0 - z_2}{z_0 - z_1} = c + 2k\pi$$

signifie que z_0 se trouve d'un certain côté de $z_1 z_2$ sur un segment capable d'un angle donné. Si à c on ajoute ou retranche π, l'angle se change en son supplémentaire et le côté du segment $z_1 z_2$ en son opposé ; par suite une équation telle que

$$\operatorname{Arg}\frac{z_0 - z_2}{z_0 - z_1} = c + k\pi$$

est celle d'un cercle déterminé passant par z_1 et z_2 et le long duquel le point z_0 doit se déplacer.

Donc enfin les équations (5) qui définissent z_0 comme pôle du couronoïde cherché, sont celles de deux cercles passant respectivement par z_1, z_2 et z_1, z_3 et qui se recoupent toujours en un point unique z_0. Le pôle est complètement connu et l'on voit que des quatre combinaisons k, k', il n'en existe qu'une seule efficace, laquelle en fournit, à son tour, deux autres pour les angles ε_1, ε_2, ε_3 ; l'une de celles-ci étant dénotée ε_1, ε_1, ε_3, l'autre le sera par $\varepsilon_1 + \pi, \varepsilon_2 + \pi, \varepsilon_3 + \pi$. A ces deux combinaisons correspondent, pour la seconde inconnue m, des valeurs égales et de signe contraire ; mais l'indétermination qui en résulte est sans importance puisque nous avons besoin ici, non de m, mais de son carré.

Nous concluons de là que le problème de l'interpolation est toujours résolu, et sans ambiguïté, à l'aide du couronoïde. Cela revient à dire qu'étant données trois flèches d'un plan, on peut toujours, et d'une seule manière, les ramener à être parallèles et de même sens au moyen d'une transformation par rayons vecteurs réciproques. Le pôle de la transformation est unique ; il occuperait en tout quatre positions si l'on imposait la condition du parallélisme sans se préoccuper du sens des éléments transformés.

Pour achever la théorie analytique du couronoïde il ne nous resterait plus qu'à retrouver les propriétés remarquables découvertes par M. de Saussure pour la *couronne*, soit l'ensemble des flèches communes à deux couronoïdes, et à expliquer l'analogie que présentent la couronne et le couronoïde dans la géométrie des flè-

ches avec la droite et le plan dans la géométrie ponctuelle ordinaire. Nous n'aurions aucune peine à le faire en nous appuyant sur les quelques formules écrites plus haut, mais cette question devant bientôt être examinée d'une manière générale et naturelle, nous ne nous y arrêterons pas pour l'instant.

Remarquons plutôt que l'interpolation d'un triangle de flèches aurait été réalisée d'une manière presque identique à celle qu'on vient de lire, si l'on avait choisi comme flux interpolateur, au lieu d'un couronoïde, celui qui répond à l'équation

$$\frac{dz}{dt} = z^{2p} \quad \text{ou} \quad \operatorname{Arg} \frac{dz}{z^{2p}} = 0, \tag{6}$$

dans laquelle $2p$ désigne un exposant positif ou négatif, qu'il faut cependant supposer entier pour que le flux ne recouvre le plan (z) qu'une seule fois. Nous admettrons le plus souvent que p lui-même est entier ; le flux s'appellera alors un *pseudocouronoïde* et p en sera l'*indice*.

Il est aisé de déterminer les lignes de flux du pseudocouronoïde ; dans ce but remplaçons z par $re^{\theta i}$, puis séparons dans l'équation (6) la partie réelle et la partie imaginaire, nous obtenons

$$\frac{dr}{dt} = r^{2p} \cos(2p-1)\theta \quad \text{et} \quad \frac{d\theta}{dt} = r^{2p-1} \sin(2p-1)\theta,$$

d'où, par division

$$\frac{dr}{r} = \frac{\cos(2p-1)\theta}{\sin(2p-1)\theta}\, d\theta.$$

L'intégration donne

$$\frac{r^{2p-1}}{\sin(2p-1)\theta} = \text{Const.}$$

comme équation des lignes de flux, en coordonnées polaires. Ces lignes jouissent des propriétés élémentaires que voici.

1° Elles sont homothétiques de l'une d'entre elles par rapport à l'origine ou *pôle* du pseudocouronoïde.

2° Si l'on fait tourner le pseudocouronoïde d'un angle α les lignes de flux dans leur seconde position rencontrent sous un angle constant égal à $(2p - 1)\alpha$ toutes les lignes de flux dans la position primitive.

En effet, avant la rotation, la flèche appliquée en z est inclinée sur l'axe des x de l'angle $Arg.\ z^{2p}$; après la rotation l'inclinaison est devenue $Arg\ e^{i\alpha(1-2p)} z^{2p}$. Ainsi les deux flux se coupent en tous les points du plan sous l'angle $(2p - 1)\alpha$ et, par exemple, si l'on fait tourner le pseudocouronoïde de l'angle $\frac{2\pi}{2p-1}$ on retrouvera le même pseudocouronoïde.

3° Il existe $|p|$ points de contact d'un pseudocouronoïde d'indice p avec une demi-droite quelconque.

En effet représentons par $z = \alpha + \beta u$ l'équation d'une demi-droite décrite en faisant varier la variable réelle u de $-\infty$ à $+\infty$. On demande que l'inclinaison de la flèche z^{2p} appliquée en z par le pseudocouronoïde soit la même que celle de la demi-droite donnée. autrement dit que le point de contact z vérifie l'équation

$$\text{Arg } z^{2p} = \text{Arg } \beta.$$

ou

$$\text{Arg } z = \frac{\text{Arg } \beta}{2p} + \frac{k\pi}{p}.$$

Mais celle-ci définit $2|p|$ demi-droites, ou plutôt $|p|$ droites, issues du pôle et également inclinées les unes sur les autres ; l'intersection de chacune d'entre

elles avec la demi-droite $z = \alpha + \beta u$ fournira une solution. On obtient ainsi $|p|$ solutions, un des points de contact pouvant d'ailleurs se trouver transporté à l'infini; on peut dire que $|p|$ est la *classe* du pseudocouronoïde.

Il existe ainsi deux pseudocouronoïdes de la première classe; l'un, qui correspond à l'indice $p = 1$, est le couronoïde ordinaire, l'autre d'indice $p = -1$, sera désigné dans la suite sous le nom d'*anticouronoïde*. Ses lignes de flux ont pour équation en coordonnées polaires

$$r^3 \sin 3\theta = const. \tag{7}$$

et

$$3x^2 y - 4y^3 = const. \tag{8}$$

en coordonnées rectangulaires. Une de ces lignes, relative à une certaine valeur de la constante, se compose de trois branches placées alternativement dans trois des six angles formés par l'axe OX et les deux droites qui le rencontrent à l'origine sous un angle de 60 degrés. Chaque branche ressemble à une branche d'hyperbole ayant deux des trois droites pour asymptotes. On a vu qu'en faisant varier la constante dans le second membre de (7) ou (8) on engendre une série de courbes semblables, directes ou inverses, s'enveloppant les unes les autres et dont l'ensemble constitue l'anticouronoïde.

Quand on cherche à résoudre, au moyen d'un pseudocouronoïde, le problème de l'interpolation d'un triangle de flèches en suivant la marche exposée plus haut pour le couronoïde on constate bientôt l'existence de solutions multiples en nombre égal au carré de la classe p^2. L'ambiguïté disparaît seulement pour les deux

pseudocouronoïdes de la première classe, et de là résulte que l'interpolation réussira aussi bien en employant l'anticouronoïde que le couronoïde. Nous aurons à vérifier cette propriété de l'anticouronoïde au paragraphe 7 ; nous emploierons pour la démontrer une méthode synthétique plus instructive et mieux appropriée au but que nous avons en vue.

§ 4. *Théorie du mouvement d'une figure plane dans son plan.* — Pour la commodité de l'exposition, commençons par reprendre, sous un point de vue nouveau, la théorie classique du mouvement d'une figure plane dans son plan.

Soient z l'affixe d'un point quelconque de la figure dans sa position primitive, z_1 l'affixe de ce même point à l'époque t, on a entre ces variables la relation

$$z_1 = mz + n, \tag{9}$$

où m représente une quantité complexe, fonction du temps et de module unité, et n une autre fonction complexe quelconque de t. En résolvant l'équation précédente par rapport à z, on aura

$$z = m_1 z_1 + n_1, \tag{10}$$

avec les identités

$$mm_1 = 1, \; mn_1 + n = 0, \; m_1 n + n_1 = 0. \tag{11}$$

Lorsque t augmente de dt, z_1 se change en z_1', et l'on a d'après (9)

$$z'_1 = z_1 (m + dm) + (n + dn)$$

ou, après remplacement de z par sa valeur (10),

$$z'_1 = z_1 m_1 (m + dm) + n_1 (m + dm) + (n + dn). \tag{12}$$

Mais en différentiant les identités (11), nous obtenons

$$m_1(m + dm) = 1 + m_1 dm = 1 - m dm_1,$$
$$n_1(m + dm) + (n + dn) = - m dn_1.$$

Ainsi l'équation (12) qui sert à caractériser le passage d'une position de la figure mobile à la position infiniment voisine peut s'écrire :

$$z'_1 - \lambda_1 = (1 - m dm_1)(z_1 - \lambda_1), \tag{13}$$

avec

$$\lambda_1 = - \frac{dn_1}{dm_1} = \frac{n dm - m dn}{dm}. \tag{14}$$

L'équation (13) indique qu'on passe de la position au temps t à celle au temps $t + dt$ par une rotation infiniment petite, d'angle égal à Arg $(1 - m dm_1)$, autour d'un point λ_1, le *centre instantané*, dont l'affixe est déterminée par l'équation (14). On trouvera le point λ de la figure mobile qui occupe à l'instant t la position du centre instantané par la relation $\lambda = m_1\lambda_1 + n_1$, laquelle donne

$$\lambda = - \frac{dn}{dm} = \frac{n_1 dm_1 - m_1 dn_1}{dm_1}. \tag{15}$$

En faisant varier t dans les formules (14) et (15), on aura les équations des lieux du centre instantané dans le plan fixe et dans le plan mobile, lieux connus sous les noms de *base* et *roulante*.

Si on différentie l'équation $\lambda_1 = m\lambda + n$ et qu'on observe l'identité $\lambda dm + dn = 0$, on a

$$d\lambda_1 = m d\lambda,$$

ce qui signifie que le mouvement qui amène λ sur λ_1 met en outre $d\lambda$ en coïncidence avec $d\lambda_1$, autrement dit que la roulante roule sans glisser sur la base fixe.

§ 5. *Mouvement épicycloïdal.* — Après cette courte digression, venons maintenant à la définition du mouvement épicycloïdal[1].

Faisons tourner, autour d'un centre fixe γ, un point mobile nommé *épicentre* ; le cercle qu'il décrit sera le *déférent*. Si α désigne l'angle de rotation, a la position initiale de l'épicentre, a_1 sa position finale, nous aurons

$$a_1 - \gamma = e^{i\alpha}(a - \gamma).$$

Tandis que l'épicentre se déplace sur le déférent, faisons tourner autour de lui la figure mobile d'un angle proportionnel à l'angle α qu'a décrit le rayon $a - \gamma$, et soient z et z_1 les positions initiale et finale d'un point quelconque et p le facteur de proportionalité ; on aura

$$z_1 - a_1 = ep^{i\alpha}(z - a).$$

Les deux équations que nous venons d'écrire, à savoir

$$\left.\begin{aligned} z_1 - a_1 &= ep^{i\alpha}(z - a) \\ a_1 - \gamma &= e^{i\alpha}(a - \gamma) \end{aligned}\right\}, \qquad (16)$$

définissent un mouvement épicycloïdal d'*indice p*, de centre et de déférent donnés.

Lorsque γ est fixe et α variable, les deux équations précédentes forment, relativement aux variables a et z, un groupe à un paramètre. En effet, du système (16) combiné avec le suivant

$$\begin{aligned} z_2 - a_2 &= ep^{i\beta}(z_1 - a_1) \\ a_2 - \gamma &= e^{i\beta}(a_1 - \gamma) \end{aligned}$$

[1] Nous pourrions faire une étude analogue pour le mouvement cycloïdal, les résultats pour l'interpolation géométrique sont sensiblement plus compliqués.

on conclut

$$z_2 - a_2 = epi^{(\alpha+\beta)}(z - a)$$
$$a_1 - \gamma = e^{i(\alpha+\beta)}(a - \gamma);$$

mais il est d'ailleurs évident que les mouvements épicycloïdaux eux-mêmes ne forment un groupe que dans le seul cas où l'indice p se réduit à l'unité, c'est-à-dire lorsqu'on a affaire à la rotation ordinaire.

D'après la définition que nous venons de donner du mouvement épicycloïdal, il est clair qu'il doit pouvoir être engendré par le roulement d'un cercle mobile sur un cercle fixe, et pour contrôler cette présomption, il suffit d'appliquer au cas actuel la théorie générale du paragraphe précédent.

Reprenons les équations (9) et (10) du mouvement, qui deviennent maintenant

$$m = e^{pi\alpha} \qquad n = a(e^{i\alpha} - e^{pi\alpha}) + \gamma(1 - e^{i\alpha})$$
$$m_1 = e^{-pi\alpha} \qquad n_1 = a(1 - e^{(1-p)i\alpha}) + \gamma(e^{(1-p)i\alpha} - e^{-pi\alpha}),$$

d'où

$$-i\frac{dm}{d\alpha} = pe^{pi\alpha}$$
$$-i\frac{dn}{d\alpha} = a(e^{i\alpha} - pe^{pi\alpha}) - \gamma e^{i\alpha},$$

puis

$$-i\frac{dm_1}{d\alpha} = -pe^{-pi\alpha}$$
$$-i\frac{dn_1}{d\alpha} = (\gamma - a)(1 - p)e^{(1-p)i\alpha} + \gamma pe^{-pi\alpha}.$$

En se reportant aux formules (14) et (15), on obtient alors pour équation de la base

$$\lambda_1 - \gamma = (a - \gamma)\frac{p-1}{p}e^{i\alpha} = \frac{p-1}{p}(a_1 - \gamma).$$

et pour celle de la roulante

$$\lambda - a = (\gamma - a)\frac{1}{p}e^{(1-p)i\alpha}.$$

L'interprétation de ces équations est des plus simples et l'on voit que la base est un cercle, concentrique au déférent, d'un rayon égal à $\frac{p-1}{p}$ fois celui du déférent; ce quotient $\frac{p-1}{p}$ doit, bien entendu, être pris en valeur absolue, mais une valeur positive indique que le centre instantané est placé sur la droite $a_1 - \gamma$ du même côté du centre γ que l'épicentre a_1, une valeur négative que le centre instantané et l'épicentre comprennent entre eux le point γ. De même, la roulante est un autre cercle décrit autour de l'épicentre et d'un rayon égal à $\frac{1}{p}$ fois celui du déférent.

En construisant la figure et en examinant les différents cas qui peuvent se présenter, on verra que si p est positif et plus grand que l'unité la roulante est extérieure à la base ; si p est positif, mais plus petit que l'unité, la roulante est plus grande que la base et embrasse cette dernière ; si, enfin, p est négatif, la roulante est plus petite que la base et roule à l'intérieur de celle-ci. Dans les trois hypothèses, le rapport du rayon du cercle fixe au rayon du cercle mobile est donné par la valeur absolue de la quantité $p - 1$; tous les cas du roulement d'un cercle mobile sur un cercle fixe sont ainsi réalisés, ils se distinguent les uns des autres, à la dimension près, par l'indice p. Le déférent est simplement le cercle décrit par l'épicentre qui coïncide avec le centre de la roulante.

Par exemple, nous obtiendrons la rotation ordinaire en supposant $p = 1$; la base se réduit alors à un point, le centre de la rotation, et la roulante a le même rayon que le déférent. Si l'on fait $p = -1$, le mouvement épicycloïdal est engendré par un cercle roulant à l'intérieur d'un autre cercle fixe d'un rayon double du premier ; on sait que dans ce cas les différents points de la figure mobile décrivent des ellipses et qu'en particulier l'hypocycloïde décrit par un point quelconque de la roulante est une droite passant au centre de la base.

§ 6. *Propriétés des pseudocouronnes.* — Réduisons la figure mobile à une aiguille, ou flèche infiniment petite da, appliquée à l'épicentre a ; nous nommerons *pseudocouronne* la figure formée par l'ensemble des positions que prend la flèche (a, da) quand on lui imprime un mouvement épicycloïdal.

Si (a_1, da_1) est une quelconque de ces positions, on aura d'après (16) les relations

$$\left.\begin{aligned} a_1 - \gamma &= e^{i\alpha}(a - \gamma) \\ da_1 &= e^{pi\alpha}\, da \end{aligned}\right\}, \tag{17}$$

qui définissent la pseudocouronne. Il est clair que, γ étant supposé fixe, ces formules (17) constituent un groupe pour les variables a et da ; ainsi toute flèche de la pseudocouronne peut servir de flèche initiale.

Remarquons encore que si l'on change la flèche initiale (a, da) en une autre (a, da') appliquée au même point a de sorte que $da' = e^{\beta i}\, da$, nous obtenons une nouvelle pseudocouronne

$$\left.\begin{aligned} a_1 - \gamma &= e^{i\alpha}(a - \gamma) \\ da_1 &= e^{pi\alpha + \beta i}\, da, \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

et l'on peut prévoir qu'elle n'est que la première tour-

née d'un certain angle autour de γ. Pour le vérifier, je remplace dans (18) la lettre α par $\alpha + \frac{\beta}{1-p}$, ou $\alpha + \mu$; les équations deviennent

$$a_1 - \gamma = e^{i\alpha}(a - \gamma)\, e^{\mu i}$$
$$da_1 = e^{p i\alpha}\, da\, e^{\mu i},$$

et l'on y reconnaît la pseudocouronne (17) après rotation de l'angle μ autour du point γ.

Toutes les pseudocouronnes, d'un indice p donné, sont donc des figures semblables. Seul fait exception au raisonnement précédent le cas $p = 1$, qui correspond à la couronne ordinaire, et donnerait $\mu = \infty$. Or il y a évidemment, à la position et aux dimensions près, une simple infinité de couronnes qui diffèrent les unes des autres par l'angle que font les flèches avec la base.

Remarquons toutefois que l'ensemble des couronnes d'un plan dépend de quatre paramètres seulement, car les rotations exécutées autour du centre de la couronne la laissent invariante ; par une autre raison, le nombre des pseudocouronnes est aussi ∞^4, car la pseudocouronne ne reste invariante pour aucune transformation infinitésimale du groupe des mouvements et des similitudes.

Observons encore que dans la pseudocouronne d'indice p, quand l'épicentre fait un tour du déférent, la flèche tourne d'un angle égal à $2\pi p$ et n'aura repris sa position primitive que si p est un nombre entier ; tandis que si, en général, on prenait pour p une fraction irréductible $\pm\frac{\mu}{\nu}$, chaque point de la pseudocouronne serait le centre d'une étoile de ν flèches. Le cas de p entier, positif ou négatif, est le seul dont nous ayons à nous occuper ici.

Faisons, par exemple, $p = -1$; nous obtenons alors ce que nous appellerons une *anticouronne*. A mesure que l'épicentre se déplace sur le déférent la flèche tourne autour de lui d'un angle égal, mais de sens opposé, à celui qu'a décrit le rayon $a - \gamma$; la roulante roule à l'intérieur d'un cercle de rayon double, tandis que la flèche dont l'épicentre est armé engendre l'anticouronne. On peut ainsi définir l'anticouronne de plusieurs manières équivalentes ; par exemple, si l'on cherche l'enveloppe de la ligne d'action de la flèche mobile, on trouvera aisément qu'elle est une hypocycloïde à quatre rebroussements produite par le roulement d'un cercle à l'intérieur d'un cercle fixe quadruple du premier.

Proposons-nous maintenant le problème consistant à faire passer une pseudocouronne, d'indice p, par deux flèches données $f_1 = (a_1, da_1)$ et $f_2 = (a_2, da_2)$. Il s'agit de déterminer les deux inconnues α et γ de manière que

$$\left.\begin{aligned} da_2 &= e^{pi\alpha}\, da_1 \\ a_2 - \gamma &= e^{i\alpha}(a_1 - \gamma). \end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

La première de ces équations donne l'angle $p\alpha$, aux multiples près de 2π, soit l'angle α à un $p^{\text{ième}}$ de tour près ; il existe donc $|p|$ valeurs de cet angle, toutes renfermées dans la formule $\alpha = \alpha_0 + \frac{2h\pi}{p}$. L'angle α ayant été choisi, la seconde équation (19) donnera

$$\gamma = \frac{a_2 - a_1 e^{i\alpha}}{1 - e^{i\alpha}};$$

ainsi aux $|p|$ valeurs α correspondent autant de centres γ, tous différents, et l'on voit que ce même nombre $|p|$

est celui des pseudocouronnes unissant les flèches f_1 et f_2. Il n'existe une solution unique que lorsque $p = 1$ ou $p = -1$; le premier cas correspond à la couronne, l'autre à l'anticouronne.

Quant à la construction de ces $|p|$ pseudocouronnes passant par les flèches f_1 et f_2, elle n'offre aucune difficulté et se trouve justifiée par le seul énoncé.

Par le milieu de la droite joignant a_1 avec a_2 élevons une perpendiculaire et cherchons sur celle-ci les divers centres des rotations qui conduiraient la flèche $f_1 = (a_1, da_1)$ sur la flèche $\varphi = (a_2, e^{i\alpha} da_1)$; α représente ici l'un quelconque des angles tels que $e^{pi\alpha} da_1 = da_2$. Les divers points ainsi déterminés sont les centres des $|p|$ pseudocouronnes cherchées lesquelles se trouvent complètement connues. Par exemple, pour trouver l'anticouronne unissant f_1 avec f_2, nous construirons le centre O_1 de la rotation qui mène f_1 sur f_2, puis nous prendrons le symétrique O de O_1 par rapport à la ligne $a_1 a_2$. Le point O est le centre de notre anticouronne : celle-ci s'obtiendra enfin en faisant mouvoir l'épicentre a sur le cercle dont le centre est en O pendant qu'on imprime à la flèche da_1 une rotation égale et opposée à celle du rayon.

Nous devons maintenant présenter les équations de la pseudocouronne sous une forme nouvelle indispensable pour la suite. Remplaçons à cet effet la première formule (17) par

$$a_1 - a = (e^{i\alpha} - 1)(a - \gamma) = 2i \sin \frac{\alpha}{2} e^{\frac{i\alpha}{2}} (a - \gamma),$$

d'où l'on tire

$$\operatorname{Arg}(a_1 - a) = \frac{\alpha}{2} + c',$$

et

$$\operatorname{Arg}(a_1 - a)^{2p} = p\alpha + c;$$

cette constante c, égale à $p\pi + \operatorname{Arg}(a-\gamma)^{2p}$, dépend de a et γ, mais non pas de a_1, et comme, d'autre part, en désignant par c'' une nouvelle constante, la seconde équation (17) donne

$$\operatorname{Arg} da_1 = p\alpha + c'',$$

on obtient, en divisant les deux dernières formules

$$\operatorname{Arg} \frac{da_1}{(a_1 - a)^{2p}} = \text{const.}$$

ou bien, *si on prend sur le déférent d'une pseudocouronne un point a quelconque et que (a_1, da_1) et (a_2, da_2) soient deux flèches de cette pseudocouronne, on a*

$$\operatorname{Arg} \frac{da_1}{(a_1 - a)^{2p}} = \operatorname{Arg} \frac{da_2}{(a_2 - a)^{2p}}. \tag{20}$$

Réciproquement, lorsque deux flèches (a_1, da_1), (a_2, da_2) et un point a vérifient l'équation (20), je dis que le point a est placé sur l'une des $|p|$ pseudocouronnes qui relient les flèches entre elles.

En effet, si β est l'un quelconque des angles tels que $da_2 = e^{pi\beta} da_1$, l'équation (20) est équivalente à cette autre

$$\operatorname{Arg}\left(\frac{a - a_2}{a - a_1}\right) = \frac{\beta}{2}. \tag{21}$$

L'angle β étant choisi, définissons un point γ par l'équation

$$\gamma = \frac{a_2 - a_1 e^{i\beta}}{1 - e^{i\beta}}$$

de sorte que, de γ, on voit le segment $a_1 a_2$ sous l'angle β. De la relation précédente on tire

$$a - \gamma = \frac{(a - a_2) - (a - a_1)\, e^{i\beta}}{1 - e^{i\beta}},$$

$$a_1 - \gamma = \frac{(a - a_2) - (a - a_1)}{1 - e^{i\beta}};$$

$$a_2 - \gamma = \frac{(a - a_2) - (a - a_1)}{1 - e^{i\beta}}\, e^{i\beta},$$

et par suite, en nommant r le module du quotient $\frac{a - a_2}{a - a_1}$, quotient qui a $\frac{\beta}{2}$ pour argument d'après (21), on trouve

$$\frac{a_1 - \gamma}{a - \gamma} = \frac{(a - a_2) - (a - a_1)\, e^{i\beta}}{(a - a_2) - (a - a_1)} = \frac{1 - re^{\frac{i\beta}{2}}}{1 - re^{-\frac{i\beta}{2}}}$$

et

$$\frac{a_2 - \gamma}{a - \gamma} = \frac{a_1 - \gamma}{a - \gamma}\, e^{i\beta}.$$

De ces formules résulte évidemment que les quotients $\frac{a_1 - \gamma}{a - \gamma}$ et $\frac{a_2 - \gamma}{a - \gamma}$ ont l'unité pour module : en représentant par α un angle inconnu et par da une indéterminée complexe, on a donc

$$a_1 - \gamma = e^{i\alpha}(a - \gamma) \qquad da_1 = e^{pi\alpha}\, da$$
$$a_2 - \gamma = e^{i(\alpha+\beta)}(a - \gamma) \qquad da_2 = e^{pi(\alpha+\beta)}\, da$$

formules qui démontrent la propriété énoncée.

§ 7. *Le Pseudocouronoïde.* — Si on fait subir à une même flèche (a, da) tous les mouvements épicycloïdaux, d'indice p, dont les centres décrivent une droite fixe passant à l'origine de la flèche, celle-ci prend dans le plan une double infinité de positions, de sorte qu'à un point quelconque du plan est attachée une flèche et une

seule. Partons des équations de la pseudocouronne écrites sous la forme

$$da_1 = e^{pi\alpha}\, da \qquad (a_1 - a) = 2i \sin\frac{\alpha}{2}\, e^{\frac{i\alpha}{2}}(a - \gamma).$$

Ici γ est mobile, mais d'après son mode de variation, l'argument de $(a - \gamma)$ nous est donné à 180° près; par suite, les ∞^2 positions de la flèche vérifient la condition

$$\operatorname{Arg}\frac{da_1}{(a_1 - a)^{2p}} = c, \tag{22}$$

c est un angle constant égal à l'argument de la quantité complexe $(-1)^p \dfrac{da}{(a-\gamma)^{2p}}$. La bisérie de flèches ainsi déterminée n'est autre chose que celle qu'on a déjà rencontrée plus haut sous le nom de *pseudocouronoïde*; dans l'équation (22) a est le *pôle* du pseudocouronoïde.

Le changement de c en c' équivaut à faire tourner le pseudocouronoïde autour de son pôle. Si on se place au point de vue de la génération du pseudocouronoïde par les mouvements épicycloïdaux d'une flèche (a, da), cette rotation peut être effectuée : 1°) ou bien en laissant en place la flèche (a, da) et faisant tourner d'un angle ω le diamètre des déférents $a - \gamma$; le pseudocouronoïde tourne alors de l'angle $-2p\omega$; 2°) ou bien en maintenant immobile le diamètre des déférents et faisant tourner la flèche (a, da) de l'angle ω' autour du pôle a; le pseudocouronoïde tourne alors de l'angle ω'.

On peut combiner les transformations précédentes. Si l'on suppose $\omega' = \omega$, le pseudocouronoïde tourne de l'angle $-(2p-1)\omega$, tandis qu'en faisant $\omega' = 2p\omega$, l'angle de rotation est nul et on retrouve le même pseudocouronoïde. On voit donc que la génération du

pseudocouronoïde à l'aide de mouvements épicycloïdaux dont les centres décrivent une droite fixe est possible d'une infinité de manières. Le pseudocouronoïde contient ainsi une double infinité de pseudocouronnes qui se coupent en son pôle, et comme un cercle quelconque passant au pôle peut évidemment être regardé comme le déférent d'une de ces pseudocouronnes, il est clair que les *flèches attachées à tous les points d'un cercle qui passe au pôle d'un pseudocouronoïde forment une pseudocouronne*. Il résulte enfin des diverses générations du même pseudocouronoïde que la flèche appliquée au pôle est arbitraire ou que la direction du flux y est indéterminée.

Remarquons enfin qu'un pseudocouronoïde est complètement défini, sans ambiguïté, par son pôle et une seule de ses flèches ; cela résulte de son équation (22) où c n'a plus qu'une valeur dès qu'on se donne un système de trois quantités a, a_1, da_1.

Nous avons acquis maintenant des notions suffisantes pour résoudre, au moyen d'un pseudocouronoïde d'indice p quelconque, le problème de l'interpolation de trois flèches f_1, f_2, f_3, appliquées aux points a_1, a_2, a_3.

Faisons passer deux pseudocouronnes, la première par f_1 et f_2, la seconde par f_1 et f_3. Soient C et C′ les centres de ces pseudocouronnes, O leur point de rencontre autre que a_1, φ et φ' les flèches attachées à ce point O par la première et la seconde pseudocouronne. Engendrons un pseudocouronoïde en soumettant la flèche φ aux mouvements épicycloïdaux dont les centres décrivent la droite CO ; ce pseudocouronoïde a O pour pôle et contient toute la pseudocouronne (f_1, f_2), et en particulier les flèches f_1 et f_2. Un second pseudocouro-

noïde, défini d'une manière semblable par la flèche φ' et la droite C′ O, a O pour pôle et passe par les flèches f_1 et f_3. Les deux pseudocouronoïdes précédents ayant le même pôle et une flèche commune f_1 coïncident ; nous avons déterminé de la sorte un pseudocouronoïde interpolant le triangle f_1, f_2, f_3.

Il faut observer que la construction précédente exige le tracé d'une pseudocouronne par les flèches f_1 et f_2 et d'une autre par f_1 et f_3 ; or il existe en réalité $|p|$ pseudocouronnes satisfaisant la première condition, et un nombre égal satisfaisant la seconde. On a donc, pour interpoler le triangle f_1, f_2, f_3, p^2 pseudocouronoïdes tous différents ; ce sont les seuls qui s'offrent pour résoudre le problème proposé. Car si un pseudocouronoïde contient les flèches f_1, f_2, f_3, et qu'on désigne par a son pôle, on aura nécessairement

$$\operatorname{Arg}\frac{da_1}{(a_1-a)^{2p}} = \operatorname{Arg}\frac{da_2}{(a_2-a)^{2p}},$$

d'où résulte, comme on l'a vu au § 6, que le point a se trouve sur l'une des pseudocouronnes unissant f_1 et f_2 ; il devra, par une raison semblable, se trouver sur une des pseudocouronnes unissant f_1 avec f_3. Le pôle occupera bien l'une des p^2 positions assignées par notre construction.

On peut aussi formuler le résultat en disant que *si un pseudocouronoïde contient deux flèches f_1 et f_2, il contient entièrement l'une des $|p|$ pseudocouronnes passant par f_1 et f_2* ; ainsi la dyssymétrie de la construction décrite plus haut pour les pseudocouronoïdes interpolant trois flèches f_1, f_2, f_3 n'est qu'apparente et chacun d'eux contient une des $|p|$ pseudocouronnes reliant f_1

et f_3. Ou bien encore, *à toute association de deux pseudocouronnes unissant f_1 et f_2 d'une part, f_1 et f_3 d'autre part, correspond une pseudocouronne déterminée unissant f_2 avec f_3.*

Cherchons encore les flèches communes à deux pseudocouronoïdes P_1 et P_2, de pôles différents z_1 et z_2. Les équations de P_1 et P_2 sont respectivement

$$\operatorname{Arg} \frac{dz}{(z-z_1)^{2p}} = c_1 \quad \text{et} \quad \operatorname{Arg} \frac{dz}{(z-z_2)^{2p}} = c_2;$$

on tire de là par différence,

$$\operatorname{Arg} \left(\frac{z-z_1}{z-z_2}\right)^{2p} = c_2 - c_1,$$

ce qui indique que les différents points z sont distribués sur $|p|$ cercles passant par les pôles z_1 et z_2. Pour déterminer plus complètement l'intersection, nommons ψ_1 et ψ_2 les flèches attachées par P_2 au point z_1 et par P_1 au point z_2 ; alors l'ensemble des $|p|$ pseudocouronnes joignant ψ_1 à ψ_2, appartient à P_1 et à P_2, et donne les flèches communes.

Soient de même trois pseudocouronoïdes P_1, P_2, P_3, ayant leurs pôles en trois points distincts z_1, z_2, z_3. L'intersection de P_1 avec P_2 se compose de $|p|$ pseudocouronnes passant par z_1 et z_2 ; l'intersection de P_1 avec P_3 comprend pareillement $|p|$ pseudocouronnes passant par z_1 et z_3. Les p^2 points de rencontre, autres que z_1, des premières pseudocouronnes avec les secondes sont les seuls où les flèches de P_1, P_2, P_3 coïncident. En d'autres termes, *trois pseudocouronoïdes à pôles différents possèdent toujours p^2 flèches communes* ; ainsi, si l'on considère trois des p^2 pseudocouronoïdes qui interpolent un même triangle de flèches, ces pseudo-

couronoïdes possèdent encore $p^2 - 3$ flèches communes.

L'analogie manifeste des propriétés des pseudocouronoïdes et pseudocouronnes avec celles de la droite et du plan dans la géométrie ordinaire est toutefois légèrement obscurcie par le fait que deux flèches sont généralement réunies par plus d'une pseudocouronne et trois flèches par plus d'un pseudocouronoïde. A ce point de vue de la multiplicité du nombre des solutions, il existe un parallélisme complet entre les géométries engendrées par des mouvements épicycloïdaux d'indices égaux et de signes contraires ; et, en particulier, si $p = 1$ ou $p = -1$, les solutions multiples disparaissent et les propriétés appartenant au couronoïde et à la couronne d'une part, à l'anticouronoïde et à l'anticouronne d'autre part, deviennent comparables de tout point avec celles du plan et de la droite. Les voici, brièvement résumées.

Par deux flèches passent une seule couronne et une seule anticouronne.

Par trois flèches passent un seul couronoïde et un seul anticouronoïde.

Un couronoïde, ou un anticouronoïde, qui contient deux flèches contient aussi toute la couronne, ou toute l'anticouronne, que déterminent ces flèches. Ainsi le couronoïde, ou l'anticouronoïde, renferme une double infinité de couronnes, ou d'anticouronnes, comme le plan renferme une double infinité de droites.

Deux couronnes, et deux anticouronnes, ont au plus une seule flèche commune à moins de coïncider.

Les flèches communes à deux couronoïdes, ou à deux anticouronoïdes, forment une couronne ou une anticouronne.

Trois couronoïdes, ou trois anticouronoïdes, ont toujours une flèche commune et une seule ; il pourrait y avoir exception si deux des trois pôles, ou tous les trois, coïncidaient.

Revenons enfin à la question de l'interpolation d'un certain nombre de triangles de flèches. Pour y répondre, on peut, avec M. de Saussure, interpoler chacun par un couronoïde ; l'ensemble des divers flux constitue un flux unique, puisque deux couronoïdes contigus se raccorderont toujours le long d'une couronne. On peut aussi interpoler tous les triangles par des anticouronoïdes ; l'intersection des différents flux se fait ici, également d'une manière continue, suivant des anticouronnes. Cette seconde solution possède donc tous les caractères de l'autre ; elle présente même quelquefois, particulièrement dans la construction d'une carte des vents, certains avantages, à cause de cette circonstance, qui n'est jamais réalisée pour le couronoïde, que le flux interpolateur présente un point d'équilibre où le fluide se partage en veines divergentes.

On peut enfin interpoler, dans une région du fluide, au moyen de couronoïdes et dans une autre au moyen d'anticouronoïdes ; le raccordement ne se fait plus suivant un cercle mais suivant une courbe qu'on peut facilement définir comme suit.

Si $\frac{dz}{dt} = a\,(z - z_1)^2$ est l'équation d'un couronoïde, et $\frac{dz}{dt} = b\,(z - z_2)^{-2}$ celle d'un anticouronoïde, on doit avoir sur leur intersection

$$\operatorname{Arg} a\,(z - z_1)^2 = \operatorname{Arg} b\,(z - z_2)^{-2},$$

ou bien en posant Arg $a = \alpha$ et Arg $b = \beta$, et désignant par k un nombre entier

$$\text{Arg}\,(z - z_1)\,(z - z_2) = \frac{\beta - \alpha}{2} + k\pi.$$

Par suite, si l'on fait, $z - z_1 = r_1 e^{\varphi_1 i}$ et $z - z_2 = r_2 e^{\varphi_2 i}$, et

$$\log\,(z - z_1)\,(z - z_2) = \log\,(r_1 r_2) + i\,(\varphi_1 + \varphi_2),$$

les lignes cherchées sont telles que $\varphi_1 + \varphi_2 = Const.$ et elles auront pour trajectoires orthogonales celles qui répondent à l'équation $r_1\, r_2 = Const.$ Ces dernières, comme on sait, sont des ovales de Cassini, ou lemniscates, ayant les points z_1 et z_2 comme foyers. On peut considérer ces ovales comme les lignes équipotentielles d'un champ de forces produit par deux masses égales placées en z_1 et z_2 et attirant les points extérieurs en raison inverse de la simple distance ; les lignes cherchées se confondent alors avec les lignes de force du champ.

§ 8. *Remarques sur la géométrie des flèches.* — Cette géométrie n'est au fond que l'étude des propriétés du groupe des mouvements plans, lorsqu'on ne se borne pas à examiner l'effet du groupe sur les coordonnées d'un point mais qu'on s'occupe aussi des éléments de longueur. Ces éléments sont caractérisés par les coordonnées x, y de leur point d'application et l'angle polaire $z = arctg\ y'$ de leur inclinaison sur l'axe des x. Le groupe des mouvements, relativement aux flèches x, y, y', ou x, y, z, est défini par les trois transformations infinitésimales

$$X_1 f = \frac{df}{dx},\ X_2 f = \frac{df}{dy},\ X_3 f = -\,y\,\frac{df}{dx} + x\,\frac{df}{dy} + \frac{df}{dz} \quad (23)$$

qui entraînent ces relations de structure

$$(X_1 X_2) = 0,\ (X_2 X_3) = X_2,\ (X_3 X_1) = X_1.$$

Si on interprète x, y, z comme les coordonnées d'un point de l'espace ordinaire, le groupe (23) comprend toutes les translations parallèles au plan des xy et, en outre, tous les mouvements hélicoïdaux autour d'axes perpendiculaires à ce plan et ayant un pas égal à l'unité. On peut donc donner à ce groupe le nom de *groupe hélicoïdal* et dire que la géométrie des flèches n'est que la géométrie ponctuelle ordinaire, à trois dimensions, lorsqu'on s'interdit d'exécuter d'autres mouvements que ceux contenus dans le groupe hélicoïdal. Il faut noter cette seule différence, importante il est vrai, entre les deux géométries, qu'une même flèche possède une infinité d'arguments z différant les uns des autres par les multiples de 2π, et qu'ainsi à chaque flèche correspondent une infinité de points dans l'espace. Mais lorsqu'on aura choisi, d'une manière arbitraire, le point p_0 correspondant à une flèche f_0, toutes les flèches d'un flux infiniment voisines de celle-ci seront représentées par un fragment infiniment petit d'une surface entourant p_0.

Les propriétés de la couronne et du couronoïde, ou de l'anticouronne et de l'anticouronoïde, sont évidemment analogues à celles de la droite et du plan ; elles ne doivent pas d'ailleurs faire oublier les profondes différences qui subsistent entre la géométrie de l'espace ordinaire E et la géométrie de l'espace helicoïdal E'. Il importe d'y insister en relevant ici quelques unes de ces différences.

Le groupe G des mouvements dans E est à six paramètres; dans E' le groupe hélicoïdal G' est à trois paramètres.

Relativement au groupe G un couple de points pos-

sède un invariant unique ; par rapport à G′ il y a trois invariants indépendants. Ainsi les géométries métriques des espaces E et E′ n'ont aucune parenté.

Dans E il n'existe pas de monoséries dépendant de deux paramètres par des équations de la forme

$$f(x, y, z, a_1, a_2) = 0$$
$$\varphi(x, y, z, a_1, a_2) = 0,$$

autrement dit pas de congruences de courbes, dont l'ensemble soit invariant par rapport au groupe G. Dans E′ il existe de telles monoséries, invariantes par les substitutions G′; par exemple, on en définira une en transportant une flèche le long de sa ligne d'action.

Il existe dans E un seul système réel d'équations à quatre paramètres

$$\begin{aligned} f(x, y, z, a_1, a_2, a_3, a_4) &= 0 \\ \varphi(x, y, z, a_1, a_2, a_3, a_4) &= 0 \end{aligned} \tag{24}$$

se transformant les unes dans les autres par les substitutions de G et déterminant des *lignes types*, les droites, passant par deux points quelconques. Dans E′, il existe plusieurs systèmes de la forme (24) invariants dans leur ensemble pour le groupe G′; chacun fournit des *monoséries types* déterminées par deux quelconques de leurs flèches, ainsi la couronne et les diverses pseudo-couronnes.

Il y a dans E une quadruple infinité de droites, de même qu'une quadruple infinité de pseudocouronnes dans E′. Mais, dans l'espace ordinaire, la droite est unique, aux déplacements près du groupe G, tandis qu'il existe encore ∞^1 pseudocouronnes différentes, aux substitutions près du groupe G′. On a remarqué plus haut que pour l'indice $p = 1$, le nombre des couronnes est

∞^2, ce qui s'explique, puisque G′ fait occuper ∞^3 positions à une pseudocouronne et ∞^2 seulement à la couronne.

On peut définir dans E une surface type, le *plan*, prenant ∞^3 positions par les substitutions du groupe G; trois points déterminent un plan et deux plans se coupent suivant une droite. Dans E′, on peut, de plusieurs manières, définir un *flux type* tel que trois flèches déterminent ce flux et que deux flux types se rencontrent suivant une monosérie type. Les divers pseudocouronoïdes en fournissent des exemples ; mais ils ne sont pas les seuls à satisfaire cette condition. On peut nommer *homaloïde* un flux quelconque qui la vérifie et surface *homaloïde* une surface telle qu'elle imite la propriété du plan et de la droite quand on la soumet aux ∞^3 substitutions au groupe G′. La question de la détermination des homaloïdes se lie évidemment à celle plus générale, qui consiste à rechercher les propriétés de G, qu'il est possible de reproduire sans altération quand on exécute seulement les transformations d'un sous-groupe G″ du groupe G.

Quoi qu'il en soit, on reconnaît que pour qu'une surface soit homaloïde, il faut :

1°) qu'elle occupe précisément ∞^3 positions par les substitutions de G′ ;

2°) que ces ∞^3 surfaces déterminent deux à deux ∞^4 intersections, et non ∞^6, de telle sorte que sur chaque surface existent ∞^2 intersections seulement ; il est clair que ces ∞^2 intersections constituent des monoséries types puisqu'elles se permutent les unes dans les autres par les transformations du groupe hélicoïdal.

Ainsi le plan vérifie la seconde condition, mais il n'est

cependant pas homaloïde, car les transformations de G′ ne changent pas son inclinaison sur l'axe des z et ne lui font occuper qu'une double infinité de positions.

A côté des pseudocouronoïdes, signalons encore comme homaloïdes les surfaces

$$e^{mz} = ax + by + c,$$

(m = constante, a, b, c paramètres), et les paraboloïdes de révolution

$$x^2 + y^2 + 2z + 2ax + 2by + c = 0;$$

les flux correspondants sont assez intéressants, car le raccordement de deux flux contigus se fait toujours suivant une droite.

Sans entrer aujourd'hui dans cette question de la détermination de toutes les surfaces homaloïdes je termine par une remarque très simple. Toutes les conditions du problème seront satisfaites si l'on s'est procuré quatre fonctions déterminées F_1, F_2, F_3, F_4 telles que les équations de la forme

$$a_1F_1 + a_2F_2 + a_3F_3 + a_4F_4 = 0$$

se transforment les unes dans les autres par les transformations du groupe G′.

Remarquons enfin que l'interpolation de trois flèches à l'aide d'un flux homaloïde ne réussira complètement, tout au moins avec les caractères reconnus pour le couronoïde et l'anticouronoïde, que si, x et y étant donnés, il en résulte pour z une seule série de valeurs de la forme $z_0 + 2k\pi$.

ÉTUDE

SUR LA

DIFFÉRENCE DE POTENTIEL

DE

L'ARC MERCURE-PLATINE

PAR

Th. ROMILLY[1]

Introduction.

Dans un travail antérieur sur l'arc alternatif de faible intensité, MM. C.-E. Guye et B. Monasch ont montré que la tension nécessaire pour le maintien de l'arc dans des conditions données de longueur et d'intensité était d'autant plus grande que le poids atomique du métal employé était lui-même plus élevé (le cadmium dans l'air faisant exception à cette règle). Il paraissait intéressant de reprendre cette catégorie de recherches dans des conditions où les circonstances particulières aux expériences aient moins d'influence, de façon à dégager, autant que possible, ce qui, dans le phénomène, tient essentiellement à la constitution chimique des électrodes. Diverses considérations nous ont alors amené à envisager le phénomène dans les arcs courts et relativement intenses et, parmi ces arcs, l'arc au mercure nous a paru devoir être étudié en premier lieu.

Nous avons donc été amenés à étudier d'abord

[1] Ce travail a été effectué au Laboratoire de physique de l'Université de Genève sous la direction de M. le Prof. C.-E. Guye.

divers types de lampes fonctionnant à des régimes variés. D'ailleurs, durant ces expériences, qui ont été commencées il y a quelques années, divers travaux et, en particulier, les travaux de MM. Arons, Stark, de Valbreuze, Wills et Hewitt, ont contribué à nous éclairer et à nous fournir d'utiles indications, devançant et, parfois, suivant nos propres recherches. De ce fait, malgré une somme d'efforts assez considérable. l'étude d'ensemble que nous présentons aujourd'hui n'offre que peu de faits nouveaux, mais elle constitue, néanmoins, une confirmation sur beaucoup de points, des vues qui ont été développées récemment sur les conditions de fonctionnement de l'arc au mercure.

Nos expériences définitives ont porté sur une lampe à mercure avec anode de platine, qui nous a paru correspondre le mieux aux desiderata que nous venons de mentionner.

PREMIÈRE PARTIE

I. Aperçu historique.

Nous ne pouvons donner ici un résumé historique complet des nombreux travaux effectués, sur l'arc au mercure, ces dernières années ; nous nous bornerons donc à dire quelques mots des principales recherches qui concernent plus spécialement l'étude de la différence de potentiel.

C'est en 1892 que M. Arons inaugurait les recherches sur les tubes à vide avec électrodes de mercure [1].

[1] *Wied. Annalen*, 47, page 767, année 1892.
» » 58 » 73 » 1896.

En expérimentant sur un tube recourbé en U, à branches inégales, il trouvait que la différence de potentiel nécessaire au fonctionnement était d'environ 15 volts et que pour chaque centimètre de longueur d'arc (diamètre du tube = 1,5 centimètre), il fallait compter une chute supplémentaire de potentiel de 0.67 volts[1]. Il constatait, en même temps, que la température joue dans le phénomène un rôle important et que l'adjonction d'aluminium ou de sodium, en modifiant le phénomène, produit un changement de la différence de potentiel.

En outre, entre 5 et 9 ampères pour un arc tranquille, cette différence de potentiel est pratiquement indépendante de l'intensité. M. Arons a fait également des mesures entre l'anode et la cathode, au moyen d'une électrode-sonde[2]. Le résultat de cette étude est que la différence de potentiel (sonde-anode) est plus grande que la différence de potentiel (sonde-cathode). Quand la différence de potentiel est prise au voisinage des électrodes, la nature de la décharge en modifie la valeur : l'effluve (dans les gaz) donne une tension plus élevée à la cathode ; la décharge par arc (vapeurs métalliques) donne, au contraire, un voltage plus élevé à l'anode[3].

D'une façon générale, les travaux de M. Arons contiennent un grand nombre de renseignements utiles. Quelques-uns des résultats ont dû être modifiés ou complétés par la suite, mais l'ensemble reste néanmoins une précieuse introduction à l'étude des arcs au mer-

[1] *Wied. Annalen*, n° 58, page 75.
[2] *Ibid.* n° 58, page 78.
[3] *Ibid.* n° 58, page 79.

cure. L'impulsion donnée ne devait pas rester sans résultat. Les expérimentateurs poursuivirent les recherches et construisirent, à cet effet, divers types de lampe. Parmi ces types, nous citerons particulièrement la lampe de MM. Fabry et Perot, à électrodes concentriques [1] et celle de M. Hewitt, à anode de fer [2]. D'autres physiciens ont étudié le problème de l'arc, non seulement au point de vue expérimental, mais au point de vue théorique.

M. J. Stark [3], en se préoccupant principalement du passage de l'effluve à l'arc au point de vue de la théorie des ions, a fait, sur la température et la vaporisation des électrodes, différentes observations qui nous intéressent plus spécialement. Pour lui, la condition première de l'existence de l'arc est la haute température développée par le courant au point où il atteint la cathode (die Kathodische Strombasis) [4] ; en cet endroit, la température est plus élevée que sur le reste de la surface ou qu'à l'intérieur même de la cathode [5] et l'on y constate une pression plus élevée [6] qui tend à creuser la surface cathodique. Mais la cathode n'est pas seule à émettre des vapeurs ; l'anode concourt aussi à en produire. Un courant de vapeur partant de l'anode va se condenser dans les parties plus froides de la surface

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 128, page 1156, 1899.

[2] Voir, entre autres, *Elektrotecnische Zeitschrift*, 24, page 87, 187, 1903.

[3] Zur Kenntnis des Lichtbogens. *Annalen der Physik* 4 Folge. Baud 12, 1903.

[4] *Ibid.*, page 687.

[5] *Physik Zeitschrift* 5, page 750, 1904.

[6] *Ibid.* 4, page 322, 1903.

cathodique et donne ainsi lieu à une sorte de distillation de mercure[1].

La vaporisation nous intéresse parce qu'elle agit directement sur le voltage. Les expériences que MM. Stark et Reich[2] ont faites sur des tubes non pourvus de condenseurs, montrent, en effet, que la pression des vapeurs augmentant au fur et à mesure que l'expérience se prolonge, il en est de même de la tension nécessaire au fonctionnement.

L'influence de la pression a été étudiée, dans de plus larges limites, par M. de Valbreuze[3]. De 450 volts avec une pression de 4 mm. de mercure et un ampérage de 0.5 ampère, le voltage baisse à 15 volts avec une pression de 0.05 et un courant compris entre 3 et 10 ampères. Cet expérimentateur a constaté aussi, comme M. Stark, un transport de mercure de l'anode à la cathode. Citons encore, de cet auteur, les intéressantes observations qu'il a faites sur l'aspect de l'anode au moment de l'amorçage. La surface de mercure se couvre de points brillants formant des figures géométriques. M. Valbreuze en cherche l'explication dans 'existence d'une membrane superficielle, plus ou moins perméable au courant. Cette membrane superficielle devrait être rompue par le courant et c'est sa présence qui nécessiterait l'emploi de hauts voltages pour l'amorçage de la lampe.

Pour M. Hewitt[4] la résistance au passage du cou-

[1] *Annalen der Physik, loc. cit.*, page 678.

[2] *Physik. Z S.* 4, page 321, 1903.

[3] *Comptes rendus de l'Académie*, 137, page 912, 1903. *Bulletin Société intern. Electriciens* (2), 3, page 518, 1903.

[4] Voir Leblanc : Les expériences de Hewitt. *Journ. de Phys.* 4, page 420, 1905.

rant réside à la surface de la cathode. Cette « répugnance de la cathode », ainsi qu'il l'appelle, disparaît si la surface est désagrégée mécaniquement ou électriquement.

MM. Hewitt et Wills ont fait d'importantes recherches[1] sur la chute anodique (anode en fer) ; ces expérimentateurs ont trouvé, en opérant avec des électrodes très voisines afin d'atténuer autant que possible la chute de vohltage dans le milieu intermédiaire, une chute à la catode d'environ 5 volts. Citons également quelques expériences de M. Pollak[2], dans lesquelles la chûte de voltage dans le milieu intermédiaire a été déterminée dans le cas d'une anode en nickel. (Les mesures étaient faites au moyen d'une électrode-sonde). La courbe de la chute de voltage en fonction de la distance soude-anode, a l'allure d'une droite qui s'incurve au voisinage des électrodes et subit alors une chute de 5,1 volts à l'anode et de 4,4 volts à la cathode.

Enfin, M. Wills a établit une formule assez générale montrant, en particulier, que le voltage est une fonction linéaire de la tension de vapeur. Ses graphiques indiquent nettement 1° que le voltage croît avec la pression et l'intensité du courant, pour autant que celle-ci fait monter la pression en élevant la température ; 2° que, pour une même pression, le voltage décroît quand l'intensité augmente.

Ce court résumé n'a d'autre but que d'indiquer les principaux travaux présentant un intérêt au point de vue de la différence de potentiel. Nous renvoyons aux

[1] Voir Leblanc. *Bull. séances Soc. franç. phys.*, page 75, 1, 1905.

[2] *Physik. Z. S.* 6, page 277, 1905.

mémoires originaux pour la connaissance et les détails du phénomène lui-même.

II. *Dispositif électrique employé dans nos recherches.*

Le schéma (fig. 1) donne, dans ses traits généraux, le dispositif électrique employé.

Explication du schéma :

M machine dynamo ; A ampère-mètre ; R rhéostat de réglage ; C_1 C_2 C'_2 commutateurs ; L lampe ; W boîte de résistance ; G galvanomètre ; S shunt ; *p* interrupteur sur le shunt ; E_t pile étalon.

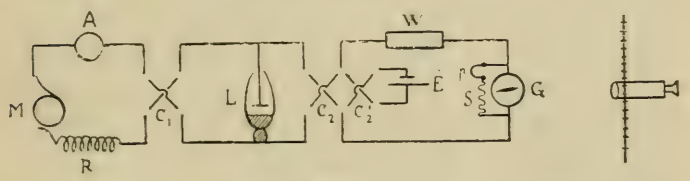


Fig. 1.

La machine M est un dynamo à courant continu que nous avons fait travailler, en général, à la tension de 90 volts. Elle est actionnée par un moteur placé sur le réseau de la Ville de Genève.

L'ampère-mètre A est un appareil thermique (Hartmann et Braun), ayant l'avantage de fonctionner comme uu ampèremètre amorti et, par conséquent, de ne pas indiquer toutes les petites fluctuations de courant qui peuvent résulter de la présence de l'arc.

Les rheostats R, à boudins et à glissières, permettent de régulariser l'intensité du courant et assurent, en même temps, la stabilité de l'arc. Ils absorbent, approximativement, les $^8/_{10}$ de la tension de la machine.

Le commutateur C_1 permet de renverser le sens du courant dans la lampe ou de rétablir le sens du courant principal, au cas où les pôles de la machine seraient inversés.

Les lampes qui ont servi à nos essais sont de différents types que nous désignerons, dans le mémoire, sous les noms de :

1° lampe à tubulure latérale ;

2° lampe à électrodes concentriques, système Fabry et Perot ;

3° lampe à anode de platine. C'est cette dernière qui est représentée sur le schéma (fig. 1).

La lampe baigne dans une circulation d'eau à la température de la chambre ; elle est reliée par un tube de caoutchouc à une pompe à mercure, système Töppler. Dans les premiers essais, la lampe était isolée de la pompe au moyen d'une pince serrant le caoutchouc de jonction. Le plus souvent, cependant, la lampe est restée en communication avec la pompe, disposition qui a l'avantage d'atténuer considérablement les variations de pression qui résultent de l'élévation de température pendant le fonctionnement. Suivant que la lampe reste ou non en communication avec la pompe, les séries d'observations changent d'allure. La communication avec la pompe maintient à peu près constante la déviation du galvanomètre qui mesure la différence de potentiel.

Les tableaux suivants, relatifs à des expériences effectuées sur une lampe en quartz, montrent nettement cet effet.

	Caoutchouc fermé		Caoutchouc ouvert	
1′	153,5	divisions	143	divisions
2′	159,5	»	142,5	»
3′	164,5	»	142,9	»
4′	170	»	142,8	»
5′	175,5	»	142,5	»
6′	180	»	142,2	»
7′	183.5	»	143	»
8′	190,5	»	143,9	»

La suppression de la communication avec la pompe augmente, on le voit, la tension des vapeurs et élève le voltage aux bornes[1].

Pour mesurer la différence de potentiel, on branche, sur les bornes de la lampe, le circuit C_2 W G, comprenant le galvanomètre et la boîte de résistance. Ce circuit peut être aussi branché sur la pile étalon E′ au moyen du commutateur C'_2. Cette pile de comparaison est un étalon Weston (force électromotrice 1.0213 volt).

Le rheostat W est constitué par des boîtes de résistances (de 50.000 à 100.000 ohms), de façon à obtenir, en les combinant avec le shunt, des déviations à peu près du même ordre au galvanomètre, soit avec la lampe, soit avec la pile étalon. On élimine ainsi les erreurs dues au défaut de proportionnalité entre l'intensité et la déviation et l'on peut supprimer la correction relative à la tangente de l'angle de déviation.

Le shunt est introduit en circuit au moyen du pont de cuivre *p*, plongeant dans deux godets à mercure. Il contribue aussi à amortir convenablement les mouvements du cadre galvanométrique résultant des fluctua-

[1] Voir Stark u. Reich *Physikal Z. S.* 4, page 321, 1903. De Valbreuze, *Bulletin Soc. intern. Electriciens* (2), 3, p. 525, 1903.

tions qu'entraîne le fonctionnement de la lampe. C'est grâce à cet amortissement que les lectures au galvanomètre deviennent possibles. Le métal du shunt étant le même que celui du cadre galvanométrique (cuivre), le pouvoir multiplicateur du shunt n'est pas altéré par les variations extérieures de la température.

Le galvanomètre G est un galvanomètre Deprez d'Arsonval.

On procédait généralement de la façon suivante :

La circulation de l'eau étant établie et les rheostats réglés pour l'intensité voulue, la lampe est allumée en établissant, comme on le fait généralement, un court-circuit temporaire au moyen d'une secousse. On branche alors sur la lampe, à l'aide du commutateur C_2 le circuit du galvanomètre. La déviation du miroir est lue sur l'échelle par la méthode de Poggendorff. Ce n'est que quelques minutes après l'établissement de l'arc, une fois le régime établi, que nous commençons les lectures. La pression[1] dans la lampe est mesurée au cathétomètre sur un manomètre attenant à la pompe et cela au début et à la fin de chaque série de mesures. L'expérience terminée, nous substituons à la lampe la pile étalon. En variant la résistance des boîtes W et celle du shunt S, nous obtenons ainsi une nouvelle déviation qui permettra de déterminer ou de contrôler la sensibilité du galvanomètre.

La valeur de la différence de potentiel aux bornes de la lampe s'obtient aisément par les considérations suivantes :

[1] La pression n'a pas toujours été mesurée dans les essais préliminaires.

Soit E cette différence de potentiel ; elle produit, lorsque la résistance des boîtes est w_1 et celle du shunt s_1, une déviation δ au galvanomètre. D'autre part, la pile étalon E' donne, avec les nouvelles conditions w_2 s_2, une déviation δ' ; si l'on désigne par g la résistance du galvanomètre, on a, en appliquant les lois bien connues des courants dérivés,

$$E = E' \frac{[gs_1 + w_1 (g + s_1)] s_2}{[gs_2 + w_2 (g + s_2)] s_1} \frac{\delta}{\delta'}$$

soit

$$E = K \frac{\delta}{\delta'}$$

III. Essais prémiminaires.

A. *Lampe à tubulure latérale* (fig. 2).

Cette lampe, qui est livrée couramment dans l'industrie, est formée d'une tubulure latérale surmontée, en

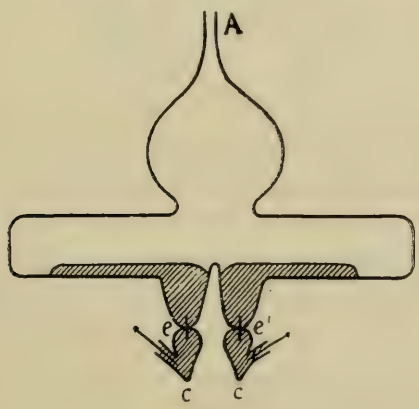


Fig. 2.

son milieu, d'une ampoule destinée à la condensation.

La tubulure A peut être fermée au chalumeau ou laissée en communication avec la pompe au moyen d'un caoutchouc. Le courant arrive aux électrodes de mercure par deux fils de platine *(e, é)*, soudés dans le verre ; ces deux fils mettent l'intérieur de la lampe en communication avec les capsules *c c*, également remplies de mercure et dans lesquelles sont introduits les conducteurs d'amenée du courant.

Les expériences qui ont été effectuées avec cette lampe ne nous ont pas donné des résultats concordants. Toutefois, dans les séries les meilleures, nous avons obtenu une différence de potentiel de 15 à 16 volts, les intensités employées étant comprises entre 5 et 7 ampères. Dans ces conditions, nous avons généralement constaté que 1° le voltage diminue quand l'intensité augmente et 2° le voltage augmente avec la durée de l'expérience.

Cette augmentation peut être attribuée, en partie, au fait que la température augmentant au fur et à mesure que l'expérience se prolonge, la tension de vapeur augmente par ce fait même et agit sur le voltage. Cet effet semble encore plus accentué dans les expériences où la communication avec la pompe était interrompue. Cette augmentation de tension est, d'ailleurs, conforme aux idées de M. Stark[1] et à celles de M. Arons[2].

Un des principaux inconvénients de ce type de lampe réside dans son extrême fragilité ; il faut l'attribuer, probablement, au contraste des températures intérieures et extérieures, mais surtout au fait que l'arc jaillit très près des soudures.

[1] *Physik. Z. S.* 5, page 264, 1904.
[2] *Wied. Ann.* 58, 1896, page 87.

Nous avons également effectué quelques essais avec des lampes dépourvues de la tubulure latérale. Elles ont présenté le même inconvénient.

B. *Lampe Fabry et Perot* (en verre).

Le voisinage de l'arc et des soudures étant à éviter, nous avons expérimenté sur une lampe Fabry et Perot[1] en verre, d'environ 6 cm. de hauteur et de 3 à 4 cm.

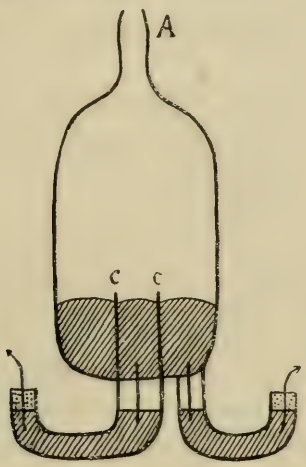


Fig. 3.

de diamètre, prolongée par une tubulure A de 3 à 4 mm. de diamètre, destinée à mettre l'intérieur en communication avec la pompe. Les électrodes sont séparées par une petite surface cylindrique dont nous voyons, sur la figure 3[2], les deux génératrices *c*, *c* en coupe ; l'arc qui jaillit entre les électrodes est ainsi

[1] Voir *Comptes rendus de l'Académie*, 128, page 1156, 1899.

[2] La figure 3 représente une lampe de ce type exécutée en quartz.

éloigné des soudures et peut être rendu très court (quelques millimètres de longueur), du moins au début de l'expérience, car le fonctionnement produit une diminution de niveau dans le tube intérieur, principalement quand la cathode est au centre. Ce type de lampe donne, comme le précédent, une variation de voltage avec l'intensité et la durée de l'expérience lorsque la communication avec la lampe est interrompue mais, de plus, le sens du courant a une influence marquée sur la différence de potentiel, comme le montrent les tableaux suivants.

Cathode au centre		*Anode au centre*	
Temps	Déviations lues au galvanomètre	Temps	Déviations lues au galvanomètre
3′	162,8	1′	180,8
7′	171,8	8′	187,8
12′	176,8	17′	186,8
14′	177,8	20′	187,8
18′	180,8		

Avec l'anode au centre, le voltage est donc plus élevé, mais sa variation, pendant l'expérience, est moins grande.

Il faut l'attribuer à une distillation du mercure de la cathode à l'anode, peut-être compensée en partie par le transport constaté par Stark[1] du mercure de l'anode à la cathode. Sans transcrire le détail des expériences, voici les résultats généraux, exprimés en volts.

	Cathode au centre	Anode au centre
10 juin 1904	13,2	15,4
11 »	13,2	15,5
14 »	12,86	15,64
18 »	13,25	16,15

[1] Stark u. Reich. *Physik. Z. S.* 4, S. 322, 1903. Voir aussi de Valbreuze, *Bull. Soc. intern. Electriciens*, 2, 3, page 522, 1903.

Les deux électrodes n'étant pas symétriques, il est naturel que, suivant le pôle que nous mettons au centre, l'échauffement se produira dans des conditions différentes, par conséquent la tension peut en être modifiée.

En résumé, au lieu des 15 volts que M. Arons considérait comme différence de potentiel nécessaire dans les arcs au mercure, au lieu des 15 volts mentionnées par MM. Fabry et Perot pour leur lampe, ces expériences préliminaires nous ont donné des chiffres moins élevés (13.2, 12.86 volts, etc.). Ces chiffres expriment-ils bien la différence de potentiel minimum, celle qui est indépendante de la longueur de la colonne de vapeur raréfiée, celle qui, dans les arcs courts, ne dépend que des chutes anodique et cathodique et représente la véritable tension aux électrodes de mercure ? Il est permis d'en douter, attendu qu'ultérieurement d'autres expérimentateurs ont trouvé, parfois, des chiffres passablement inférieurs.

C. *Lampe Fabry et Perot* (en quartz).

Dans le but d'éviter les ruptures de la lampe, nous avons fait construire une lampe du même genre, mais en quartz. Les expériences ont été reprises dans les mêmes conditions. Les résultats ont confirmé, dans la plupart des cas, ceux obtenus précédemment. Inutile, donc, de les transcrire.

Seulement, le quartz présente plus de sécurité et permet de faire sans crainte un plus grand nombre d'expériences. Néanmoins nous sommes arrivés à constater certaines modifications qui se produisent peu à

peu, au fur et à mesure que l'état de service de la lampe est plus long.

En particulier, le tube central, d'ordinaire dépourvu de coloration a pris, peu à peu, une couleur brune. En outre, le brassage du mercure, avant chaque série, ne balaie plus les gouttelettes qui se déposent à l'intérieur de la lampe sur les parties plus froides. Le mercure reste adhérent aux parois et forme une tapisserie métallique adhérente aux quartz. Les voltages paraissent alors légèrement modifiés ; nous avons obtenu, par exemple, les résultats suivants :

		volts	Pression au manomètre
18 février 1905		10,53	0,10
20 »	n° 1	10,06	0,22
	n° 2	10,12	0,20
21 »		10,23	0,25

Les voltages tendent ainsi vers une valeur plus petite, surtout si l'on tient compte des valeurs croissantes de la pression à l'intérieur de la lampe.

Il est probable qu'à la longue il se produit, sous l'influence de la haute température, une attaque du quartz dont le résultat est que les gouttelettes de mercure tendent à mouiller la paroi de quartz.

Cette circonstance paraît, cependant, ne pas avoir d'inconvénients. Au contraire, l'électrode extérieure devient alors enveloppante, la section luminescente de l'arc est augmentée et les petites variations de niveau de l'électrode centrale ont peut-être moins d'influence sur le voltage.

(A suivre.

SUR L'ÉTHER MÉTHYLIQUE

DE

L'ACIDE AMINO-P-DIMÉTHYLAMINOBENZOÏQUE

PAR

Frédéric REVERDIN et Ernest DELÉTRA

Nous nous étions proposé de préparer un dérivé aminé de l'acide p-diméthylaminobenzoïque afin d'examiner les colorants azoïques que l'on pourrait en obtenir, mais comme la nitration de l'acide[1] lui-même ne paraissait pas pouvoir conduire au but que nous nous étions fixé, nous nous sommes adressé de préférence à l'éther méthylique de cet acide.

Cet *éther* $\underset{(1)}{C^6H^4}N(CH^3)_2.\underset{(4)}{COOCH^3}$, qui a déjà été décrit[2], s'obtient très facilement et avec un bon rendement, en suivant les indications de Bischoff, c'est-à-dire en chauffant au bain-marie pendant quelques heures l'acide

[1] Pendant l'impression de ces lignes, M. le Dr A. Steiner, Directeur à la fabrique de produits chimiques ci-devant Sandoz, a eu l'obligeance de nous communiquer qu'il avait réussi, il y a plusieurs années déjà, à nitrer directement l'acide diméthylaminobenzoïque avec un rendement de 60 % environ de la théorie. Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur ce sujet dans une autre communication.

[2] *Berichte d. deutsch. Chem. Ges.*, t. 22 (1889), p. 343.

p-diméthylaminobenzoïque avec un peu plus de la quantité théorique d'alcool méthylique et d'acide sulfurique concentré. Cet éther est très facile à nitrer. A cet effet, nous avons introduit, peu à peu, 36 gr. de l'éther, en attendant chaque fois que la dissolution soit complète, dans 44 cc. d'acide nitrique de D = 1.34 ; la température, maintenue au début entre 8 et 12°, peut atteindre sans inconvénient 16 à 18° à la fin de l'opération ; la substance se dissout complètement, on coule le produit de la réaction dans de l'eau glacée, on filtre, on lave et on sèche. On obtient 43 gr. d'un produit brut, fusible à 67-68°, qui après deux cristallisations dans l'acide acétique étendu, puis dans l'alcool étendu, se présente sous la forme de feuillets jaunes. F. 71°,5.

Ce composé, qui est un *dérivé mononitré* $C^6H^3\underset{(1)}{N(CH^3)_2}.\underset{(4)}{COOCH^3}.NO^2$, est très facilement soluble dans l'acide acétique, l'alcool, l'acétone, le chloroforme, le benzène, assez soluble dans la ligroïne et peu soluble dans l'eau.

0.1552gr Sbst.	17cc.5 N (17°.721mm)	
Calculé pour $C^{10}H^{12}O^4N^2$		N = 12.50
	Trouvé	N = 12.40

Ce dérivé nitré donne par réduction, au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique et après élimination de l'étain, le *chlorhydrate du dérivé aminé* correspondant, qui est en jolies paillettes blanches, fusibles à 228° ; le *sel double d'étain* cristallise aussi très bien dans l'eau chaude. La *base* elle-même est très soluble, mais elle ne peut être extraite de ses solutions par l'éther et elle ne distille pas avec la vapeur d'eau ; nous

l'avons obtenue en dissolvant le chlorhydrate dans l'eau bouillante, évaporant à sec la solution, exactement neutralisée par le carbonate de soude, puis reprenant le résidu par l'alcool absolu. Elle se présente alors sous la forme d'une poudre blanc grisâtre, facilement soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'acétone et qui s'altère à l'air.

Son *dérivé acétylé*, obtenu en faisant bouillir pendant une heure le chlorhydrate avec de l'acétate de soude et de l'anhydride acétique, puis. faisant cristalliser dans l'eau, fond à 232°.

0.1920^{gr} Sbst.	22^{cc}.6 N (24°,724^{mm})
Calculé pour $C^{12}H^{16}O^3N^2$	N = 11.87
Trouvé	N = 12.55

Il est soluble dans l'eau, très soluble dans l'acide acétique, l'alcool, soluble dans l'acétone et le chloroforme, peu soluble dans le benzène, insoluble dans la ligroïne et l'éther; il est facilement saponifié par les acides.

Son *picrate* est en cristaux jaunes qui déflagrent violemment lorsqu'on les chauffe.

L'*éther méthylique de l'acide amino-p-diméthylaminobenzoïque* $C^6H^3.\underset{(1)}{N(CH^3)_2}.\underset{(4)}{COOCH_3}.NH^2$ se condense facilement avec le chlordinitrobenzène pour donner un produit qui cristallise dans l'acétone en aiguilles rouge-brun ou en prismes rouges, fusibles à 253-254° en se décomposant.

Ce produit de condensation est difficilement soluble dans les dissolvants organiques et dans l'eau, il est très peu soluble dans l'éther, insoluble dans la ligroïne. L'éther qui a fait le sujet de ces recherches se diazote

très facilement par la méthode ordinaire, mais les colorants azoïques obtenus avec divers copulants sont peu solides au lavage et au savonnage ; ils virent facilement de nuance et ne présentent pas d'intérêt.

En décomposant le dérivé diazoïque par la méthode indiquée dans la demande de brevet, S 19075 du 29. 1. 1904, de la Société chimique des Usines du Rhône, nous avons obtenu le *dérivé hydroxylé* correspondant.

Nous avons dissous 8 gr. du chlorhydrate de l'éther méthylique de l'acide amino-p-diméthylaminobenzoïque dans 300 cc. d'eau additionnée de 10 cc. d'acide chlorhydrique. Cette solution, après avoir été diazotée, a été introduite dans une solution aqueuse, concentrée et bouillante, de 7 gr. de sulfate de cuivre. La réaction étant terminée, on a extrait la liqueur après refroidissement avec de l'éther; mais on peut aussi neutraliser par la lessive de soude jusqu'à réaction légèrement alcaline, filtrer à chaud, puis précipiter le dérivé hydroxylé dans la liqueur en l'acidulant légèrement par l'acide acétique.

L'*éther méthylique de l'acide oxydiméthyl-p-aminobenzoïque* ainsi obtenu correspond à l'une des formules :

Il est, après purification par cristallisation dans l'acide acétique, le benzène et l'alcool, en paillettes ou en cristaux prismatiques allongés, F. 176°.5. Il est soluble dans les alcalis ou dans les acides minéraux,

facilement soluble dans les dissolvants organiques, sauf dans la ligroïne, dans laquelle il est difficilement soluble.

0.202gr Sbst.	12cc,4 N (13°,736mm)	
Calculé pour $C^{10}H^{13}O^{3}N$		N = 7.18
	Trouvé	N = 7.02

Son *sel de baryum*, bien cristallisé en paillettes brillantes et rosées, a aussi été analysé.

0.6212gr Sbst.	0.2702 $SO^{4}Ba$	
Calculé pour $C^{20}H^{24}O^{6}N^{2}Ba$		Ba = 26.09
	Trouvé	Ba = 25.60

QUELQUES NOTES

SUR LA

PHOTOGRAPHIE DU SOLEIL

PAR

Emile SCHÆR

astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève

(avec les planches IX, X et XI)

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève par M. R. Gautier, le 3 mai 1906.

I. *Instrument.*

A l'occasion de l'éclipse de soleil du 30 août 1905, j'ai étudié un grand nombre de dispositifs pour en photographier les différentes phases. Et ce n'est que le matin même de l'éclipse que j'ai obtenu un résultat satisfaisant. Le diamètre de l'image solaire au foyer d'un objectif est relativement petit : il n'est que de $8^{mm}.7$ par mètre de longueur focale. Or les détails des taches, etc., ne deviennent nettement visibles que quand le diamètre de l'image solaire est de 30 à 50^{cm}. Il faut donc des lunettes de 40 à 60 mètres de longueur ou des appareils grossissant directement l'image focale, pour rendre possible l'étude des détails de la surface solaire.

Voici le dispositif que j'ai adopté : Je me suis servi

de ma lunette, qui a un objectif de 350 millimètres et une distance focale de $5^m.80$. Le tube est raccourci au tiers de la distance focale par l'interposition de deux miroirs plans, système que j'ai essayé pour la première fois en 1900 et qui a été décrit ici même [1].

L'image produite par l'objectif est agrandie par un oculaire et projetée sur une plaque photographique. Une chambre noire avec obturateur à rideau est fixée au tube porte-oculaire. Sa longueur est invariable et la mise au foyer se fait par l'oculaire, que l'on peut enfoncer plus ou moins dans le tube par une crémaillère. Je me suis servi d'un oculaire de Ramsden d'une distance focale de 66 millimètres. La longueur totale de la chambre de l'oculaire à la plaque est d'environ 400 millimètres.

Une ouverture percée dans la paroi opposée à la plaque permet de regarder dans l'intérieur de la boîte, de contrôler la mise au foyer et de surveiller le moment propice pour le déclanchement de l'obturateur. Pour avoir une image bien nette sur la plaque dépolie, il est nécessaire de couvrir avec une feuille de papier blanc le côté qui reçoit l'image, et de couvrir l'autre avec un carton noir, afin d'empêcher la lumière d'entrer dans la chambre pendant la mise au foyer. Il faut naturellement aussi prendre toutes les précautions nécessaires pour qu'aucune lumière parasite ne puisse trouver son chemin à travers les tubes du porte-oculaire et autour de l'œil de l'observateur, etc., sinon la plaque serait certainement voilée.

[1] *Archives*, 1900, IX, p. 290. Séance du 1er février de la Société de physique, etc. Communication de M. Pidoux.

L'achromatisme de l'oculaire est naturellement peu favorable à la photographie du soleil ; c'est pour cette raison que j'ai essayé d'employer la lumière monochromatique, en plaçant un écran jaune sur le chemin des rayons, entre l'oculaire grossissant et la plaque. Malheureusement toutes les impuretés de l'écran se dessinent avec une grande intensité sur la photographie. J'ai finalement trouvé que la meilleure place pour cet écran est l'endroit où se trouve l'anneau oculaire, c'est-à-dire là où se trouverait l'œil de l'observateur, s'il observait directement le soleil. Comme cet anneau, suivant le grossissement et la grandeur de l'objectif employé, n'a que 1 à 3 millimètres de diamètre, des morceaux de dix millimètres environ de verre jaune, approximativement taillés plans et à faces parallèles, sont amplement suffisants. Suivant l'intensité de la coloration du verre, on est obligé de prendre une ou plusieurs lamelles posées les unes sur les autres et retenues par une bonnette sur l'oculaire. Le meilleur résultat a été obtenu avec trois lamelles d'un écran jaune d'intensité moyenne, employé autrefois pour le paysage lointain et brisé par accident.

Quand le soleil est très ardent, ces lamelles s'échauffent à une haute température et sautent alors facilement. Il faut donc, selon les circonstances, diaphragmer l'objectif à 100 ou 150 millimètres, et mettre aussi un diaphragme sur le verre du champ de l'oculaire, de manière à éliminer toute la lumière et la chaleur, qui ne servent pas à la formation de l'image, utilisée selon la grandeur de la plaque. En d'autres termes, l'ouverture du diaphragme sur l'oculaire doit être juste assez grande pour ne laisser passer exactement que la portion du soleil

que l'on veut obtenir sur la plaque. Il est naturellement sous-entendu que l'on se sert d'un oculaire de Ramsden ou positif; l'image du soleil, produite par l'objectif de la lunette, se trouve alors un peu en dehors de la lentille du champ de l'oculaire, c'est-à-dire au foyer même de l'oculaire, et par conséquent aussi à l'endroit où il faut placer le diaphragme.

II. *Photographies de l'éclipse partielle du 30 août 1905, à Genève* (Pl. IX).

Le cliché n° 1 a été obtenu le jour de l'éclipse, à 10 h. du matin. Pendant l'éclipse, j'ai pu faire 22 expositions sur lesquelles la tache, déjà photographiée le matin, sert de point de repère. D'après sa position, on peut très bien se rendre compte de la marche du phénomène. Le commencement de l'éclipse a eu lieu à 1 h. 1 m. 40 s. (heure de l'Europe centrale). Le cliché n° 2 correspond à 1 h. 56 m. 43 s. ; la lune s'approche rapidement de la grande tache et l'atteint à 2 h. 0 m. 48 s. La phase maximum, cliché n° 3, a eu lieu à 2 h. 16 m. 10 s. Le cliché n° 4 est le dernier et montre la réapparition de la tache à 3 h. 23 m. 12 s. La fin de l'éclipse a eu lieu à 3 h. 30 m. 39 s. 8.

III. *Photographies de taches solaires.*

Pendant les semaines qui ont suivi l'éclipse, le soleil a présenté une grande quantité de taches remarquables, dont deux séries, les plus intéressantes, sont reproduites sur les clichés suivants :

1re série (groupe de taches formant une figure caractéristique, visible à l'œil nu) (Pl. X).

N° 5,	16 octobre	1905,	11 h.	matin.
6,	18 »	»	11	»
7,	19 »	»	11	»
8,	23 »	»	2 h.	soir.

Les nos 7 et 8 sont faits avec pleine ouverture de l'objectif, 350 millimètres; pose de $^1/_{200}$ de seconde; temps brumeux.

2me série (groupe de taches avec tache centrale principale) (Pl. XI).

N° 9,	9 novembre	1905,	10 h.	matin.
10,	10 »	»	11	»
11,	13 »	»	11 h. $^1/_2$	»
12,	17 »	»	10 h. $^1/_2$	»

Le petit cercle dans le coin de quelques-uns des clichés indique la grandeur de la terre à la même échelle que celle du soleil.

IV. *Les granulations solaires.*

Quand les conditions atmosphériques sont très bonnes, le soleil présente à l'observation directe une surface légèrement granulée, comparable à celle d'une couche de neige déjà un peu rongée par l'eau de fusion. Les éléments de la surface solaire sont alors absolument tranquilles et, par l'emploi de grossissements de 150 à 300 fois, il serait facile de mesurer la position relative des points les plus remarquables. Ce fait, que j'ai déjà observé depuis un grand nombre d'années, est cepen-

dant en contradiction avec ce que semble donner la photographie.

Ainsi, M. Janssen, directeur de l'observatoire de Meudon, en premier lieu, et M. Hansky, astronome à l'observatoire de Poulkowo, en dernier lieu, ont obtenu des photographies qui semblent reproduire les granulations solaires. Seulement il n'a jamais été possible de faire deux clichés de suite montrant des dispositions identiques des différents éléments. Ils en ont alors tout naturellement tiré la conclusion que ces éléments de la surface solaire sont animés d'un mouvement très rapide. M. Hansky est même arrivé à suivre ce mouvement en faisant des photographies à des intervalles très rapprochés, et l'on peut très bien voir le changement de forme et de position que subissent ces soi-disant granulations.

Mais comme je l'ai dit plus haut, ce mouvement n'a jamais pu être constaté visuellement lorsque l'air est très tranquille. Quand, au contraire, l'air est très agité et ondulant, la surface du soleil paraît effectivement être composée d'un grand nombre de petits flocons, changeant rapidement de place et ressemblant grossièrement aux granulations. Il est hors de doute que la plaque de photographie saisit ces flocons, qui ne sont que l'image des ondes atmosphériques se trouvant à une certaine distance de l'objectif. Les vraies granulations ne sont visibles que lorsque les détails des taches le sont aussi d'une manière parfaite.

Les meilleures photographies sont, du reste, loin de présenter la finesse de détail des taches et des facules, comme le fait la bonne vision directe. Les fines dentelures des lamelles de la pénombre qui avancent dans

l'ombre des noyaux des taches, les ponts lumineux, etc., ne sont que rarement visibles sur les clichés, tandis que beaucoup d'entre eux ont une surface granuleuse. Il arrive même que ces granulations se manifestent sur tout l'ensemble du cliché, bien qu'elles soient plus fortement accentuées là où se trouve l'image du soleil, ce qui prouve évidemment leur cause accidentelle, provenant ou des ondes atmosphériques, ou encore de la couche de gélatine.

La présence de ces vagues peut être constatée facilement. Il suffit d'enlever l'oculaire et de placer l'œil exactement au foyer de l'objectif, en dirigeant la lunette sur une étoile très brillante. On voit alors l'objectif entièrement éclairé et, quand la vision est mauvaise, un flot d'air illuminé semble couler devant l'objectif, décomposant ce dernier en une infinité d'éléments irréguliers, qui semblent se mouvoir très rapidement.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 10 janvier 1906.

M. Lugeon. Gisements d'asbeste de Goedverwacht. — H. Dufour. Observations faites pendant l'orage du 6 janvier. Recherches sur la déperdition de l'électricité dans les locaux habités.

M. Maurice Lugeon fait une communication sur *les gisements d'asbeste de Goedverwacht* (district de Carolina, Transvaal N.-E.) qu'il a eu l'occasion de visiter dans un récent voyage.

L'asbeste apparaît dans des filons-couches de serpentine appartenant probablement à la série de Potchefstroom. La serpentine en couche de 1 m. d'épaisseur moyenne plonge faiblement vers l'intérieur du plateau (Hooge Velt). Elle est disposée en vastes lentilles que l'on peut poursuivre sur plusieurs kilomètres.

L'asbeste est elle-même en lentilles dans la serpentine, lentilles qui peuvent atteindre jusqu'à 10 cm. d'épaisseur; il est rare que les cristaux du minéral admirablement fibreux et soyeux atteignent cette dimension. Analysée par M. le prof. Pelet, l'amiante de Goedverwacht présente la composition suivante :

Silice.....	39,53
Alumine.... / Oxyde de fer.	3,24
Magnésie	40,38
Chaux.....	1,84
Perte au feu..	15,14
	100,13

Le minéral du Transvaal est donc intermédiaire entre le chrysotile et l'asbeste italien.

M. Henri Dufour indique les résultats suivants *des observations faites pendant l'orage du 6 janvier* entre 5 h. ½ et 6 h. Le baromètre a baissé de 711.3 à 1 h. ½ à 706.6 à 5 h. du soir, pour se relever à 713.6 à 9 ½. La température a varié de 4°3 à 5 h. 15, elle a baissé de 9°3 à 5°5 ; elle s'est élevée ensuite à 6°8 à 6 h. 45.

L'anémomètre de Robinson a indiqué une vitesse de 20 m. à 24 m. par seconde entre 5 ¼ et 5 ½.

M. Henri Dufour expose le résultat de *ses recherches sur la déperdition de l'életricité dans les locaux habités*[1].

Séance du 24 janvier.

B. Galli-Valerio Pathologie expérimentale et classification zoologique et botanique. — E. Chuard et F. Porchet. Statistique analytique des vins de la Suisse. — F. Jaccard. Morphoceras polymorphum d'Orb.

M. B. Galli-Valerio : *Pathologie expérimentale et classification zoologique et botanique.*

L'auteur expose le rôle de la pathologie expérimentale, non seulement pour la classification des protozoaires et des bactéries, mais aussi pour la classification des animaux supérieurs, grâce à la réaction des précipitines. (Voir aux *Mémoires.*)

MM. E. Chuard et F. Porchet remettent à la Bibliothèque de la Société le 5e fascicule de la *Statistique analytique des vins de la Suisse* (récolte 1904).

Pour l'ensemble du vignoble suisse il a été analysé 882 échantillons, qui possédaient une teneur en alcool allant de 6.1 °/₀ à 14.1 °/₀, tandis que l'acidité totale était comprise entre 3.7 gr. et 12.8 gr. par litre.

En ce qui concerne plus spécialement le canton de Vaud, on constate que son vignoble a fourni 146 échantillons, tous de bonnes qualités, puisque, à part deux régions du vignoble qui ont donné 9.4 °/₀ d'alcool, tous les autres ont atteint une *moyenne* de degré d'alcool supérieure à 10 °/₀. Les extrêmes constatés ont été, pour l'alcool 9.0 °/₀ et 12.5 °/₀, pour l'acidité totale 3.7 gr. à 8.8 gr. litre. Les résultats

[1] *Archives*, 1906, t. XXI, p. 361.

analytiques complets, pour le canton de Vaud, seront publiés dans la *Chronique agricole* 1906.

M. Frédéric Jaccard présente deux exemplaires de *Morphoceras polymorphum d'Orb.* ammonites qu'il a récoltées dans des calcaires marneux grisâtres qui affleurent sur la rive gauche du torrent de Montélon.

Le gisement exact se trouve dans la vallée de Montélon (Préalpes fribourgeoises), au N.-E. du gîte de Mossoz (carte Siegfried, nº 363, Charmey).

Ces calcaires marneux atteignent une épaisseur de 30 mètres environ. Ils sont verticaux avec direction N.-E. et se continuent sur la rive droite du ruisseau. Parmi les fossiles récoltés dans ce gisement, se trouvent *Litoceras tripartitum*, *Raspail sp.* fort nombreuses ; puis un fragment un peu usé d'une Phylloceratidæ du groupe Ultramontanum, probablement *Phylloceras cf. mediterraneum Neum.* ; enfin un débris d'ammonite qu'on peut rapprocher de *Parkinsonia schloenbachi Schlip.*

Ces calcaires marneux sont donc d'âge Bathonien de la zone à Oppelia fusca.

C'est la première fois que l'on mentionne dans les couches du Bathonien des Préalpes médianes, la présence de Morphoceras polymorphum.

M. Jaccard en a trouvé un exemplaire dans les collections du Musée, provenant de Salétaz, Préalpes fribourgeoises.

Séance du 7 février.

M. Lugeon. Echantillons aurifères et diamantifères. Les ombres volantes. — J. Perriraz. La Ranunculus acris. — F.-A. Forel. Le Phyllostachis puberulla.

M. Maurice Lugeon présente une *série d'échantillons aurifères et diamantifères* qu'il a rapportés d'un récent voyage au Transvaal.

M. Henri Dufour présente un travail sur les *Ombres volantes* [1].

[1] Voir *Archives*, t. XXI, 1896, p. 196.

se modifie dans une proportion très peu sensible. D'une manière générale on ne peut établir de lois de variations, car il serait nécessaire d'avoir un plus grand nombre de points de repère ; cette étude n'est du reste nullement achevée. On peut objecter à ces données, l'incertitude dans la stabilité de l'espèce examinée, les Ranunculus acris formant une série de variétés plus ou moins définies. Avant d'entreprendre cette étude, j'ai établi les courbes des variations de ces différents facteurs pour chaque station. Par leur examen comparatif, on pouvait s'apercevoir bien vite que, pour un même facteur, elles ont une allure générale semblable, les sommets étaient le plus souvent situés sur une même verticale. Ces courbes étaient établies en portant en abcisses les chiffres du facteur de variation, et en ordonnées, le nombre des exemplaires.

Les chiffres obtenus pour la route du Pillon ne suivent pas intégralement la même gradation ; cela provient du fait que le sol sur lequel les échantillons ont été prélevés était plus humide que dans les autres stations et de plus que les heures d'insolation était plus nombreuses que partout ailleurs.

Quelques centaines d'exemplaires provenant de la campagne du Centenaire, appartenant à M. Cornu, ont été examinés. Les chiffres obtenus sont très différents de ceux de Corseaux, station située à la même altitude.

	Corseaux	Centenaire
Longueur	75,37	97,70
Insertion 1re feuille	24,34	32,67
Longueur du pétiole	7,42	7,66
Nombre de fleurs	8,5	16,56
Nombre de fleurs principales	5,45	10,04
Nombre de fleurs secondaires	3,05	6,52
Longueur du pédoncule fl. p.	9,81	8,53
Longueur du pédoncule fl. s.	5,37	4,9
Longueur moyenne des pédoncules	7,59	6,715

Ces différences proviennent du fait que cette campagne

M. J. Perriraz. La *Ranunculus acris*. — Le principal but de cette étude est de déterminer quels sont les facteurs qui varient avec l'altitude chez la Ranunculus acris. Afin que tous les résultats soient comparables, les exemplaires ont été récoltés dans le plus petit espace possible pour les conditions physiques et chimiques pendant la croissance soient identiques. Les stations examinées ont été celles de la Tour-de-Peilz 400 m., Corseaux 450 m., Vallorbe 870 m., Ormonts-dessus 1100 m., route du Pillon 1200 m. Sur le même échantillon les mesures suivantes ont été prises : 1° longueur de la tige depuis le collet jusqu'à l'extrémité des rameaux florifères ; 2° hauteur de l'insertion de la première feuille ; 3° longueur du pétiole de cette feuille ; 4° nombre de fleurs ; 5° nombre de fleurs principales ; 6° nombre de fleurs secondaires ; 7° longueur des pédoncules de l'un et de l'autre groupe.

Le nombre des exemplaires examinés pour une station variait entre 150 et 300 ; les moyennes en pour cent ont été ensuite établies et ont donné les chiffres suivants :

	Tour-de-Peilz Alt. 400 m.	Corseaux 450 m.	Vallorbe 870 m.	Ormonts-dessus 1100 m.	Route du Pillon 1200 m.
Longueur de la tige.	82,24	75,37	53.77	52,08	48,13
Insertion 1re feuille.	27,84	24,34	17,10	16,49	13,49
Longueur du pétiole	8,25	7,42	5,56	3,58	3,96
Nombre de fleurs..	11,—	8,5	5,9	5,8	6,37
Nombre de fleurs I principales.....	5,97	5,45	3,1	2,93	3,16
Nombre de fleurs II secondaires....	5,03	3,05	2,8	2,87	3,21
Longueur des pédoncules de I...	9,68	9,81	9,18	8,79	8,24
Lougueur des pédoncules de II..	5,11	5,37	5,19	4,44	4,65
Longueur moyenne	7,395	7,59	7,195	6,615	6,445

D'après ces données, on remarque :

Que tous les facteurs diminuent dans des proportions variables. Il est à noter que la longueur des pédoncules

est très bien irriguée, dans une bonne situation et de plus que le sol est fortement fumé et phosphaté.

On remarque que les chiffres donnant la longueur des pédoncules, soit de fleurs principales, soit de secondaires ne diffèrent pas beaucoup de la norme.

Si maintenant nous faisons les deux rapports suivants :

1° Entre la longueur de la tige et la hauteur d'insertion de la première feuille ;

2° Entre la longueur de la tige et le nombre total des fleurs que supporte la plante ; nous obtenons :

	La Tour	Corseaux	Vallorbe	Ormonts-dessus	Pillon
1°	2.993	3,09	3,14	3,16	3,56
2°	7,47	8,87	9,09	8,94	7,55

Ces deux séries de quotients sont à peu près constantes. Il faudrait pour s'assurer du fait étudier mathématiquement ces rapports, ce qui sera fait lorsque les données seront plus nombreuses.

M. F.-A. Forel a récolté et fait récolter des graines sur le *Phyllostachis puberulla*, le bambou qui a généralement fleuri cette année dans la Suisse occidentate. Le plus grand nombre des caryopses ont avorté ; il n'y a guère plus d'une graine d'apparence parfaite, pour cent ou deux cents fleurs.

Une soixantaine de ces graines ont été semées en décembre et en janvier, en serre et en étuve, à Berne, à Lausanne et à Morges. Deux seulement ont levé, l'une au Jardin botanique de Berne entre les mains de M. le prof. Dr Ed. Fischer, l'autre à Morges. Cette dernière plante n'a pas tardé à périr.

Séance du 21 février.

A. Schenk. Les déformations pathologiques et ethniques du crâne. — H. Faes. Répartition du calcaire dans les sols du vignoble vaudois. — M. Lugeon. La défalcification suit les lignes de plus grande pente du sol. — Th. Biéler-Chatelan. Gazomètre universel.

M. le Dr A. Schenk parle *des déformations pathologiques et ethniques du crâne.*

M. le Dr H. Faes : *Répartition du calcaire dans les sols du vignoble vaudois.*

Il s'attache à cette étude une grande importance, surtout depuis l'introduction des vignes américaines comme porte-greffes, dans le vignoble vaudois, qui ne prospèrent pas lorsqu'elles sont plantées dans des terrains renfermant un °/₀ de calcaire inférieur à leur limite de résistance.

Dès l'origine la Station viticole du Champ-de-l'Air a fait rentrer dans le cadre de ses études l'analyse du calcaire dans les sols du vignoble. Elle a récolté un nombre considérable d'échantillons, plus de 8000, dont l'analyse a fourni déjà des renseignements assez complets sur la distribution du carbonate de chaux, soit dans les sols du grand vignoble sur les bords du Léman, soit dans les sols du vignobles du centre et du nord du canton.

L'étude entreprise a montré que très souvent dans une même vigne, dans un même parchet, le pour cent du calcaire subissait des variations considérables, même dans des échantillons de terre récoltés à fort peu de distance les uns des autres. D'où la nécessité de faire analyser plusieurs échantillons de terre dans la même vigne, des terres différentes pouvant réclamer la plantation de porte-greffes différents.

Grâce à un nombre très considérable d'échantillons récoltés, la répartition du calcaire a été étudiée point par point dans les vignes d'essais du Champ-de-l'Air et de Montriond, sur le territoire de Lausanne. Il en est résulté une constatation intéressante : si l'on représente par des courbes l'allure de la répartion du calcaire dans plusieurs zônes d'une même vigne, on remarque que ces courbes présentent les mêmes variations générales, passent au mêmes moments dans les diverses régions de la vigne, par des maximums et des minimums.

La terre au bas des coteaux s'est montrée très fréquemment moins riche en calcaire que la terre prise en haut ou au milieu des coteaux. Le fait est dû à ce que l'argile, plus légère, est entraînée le long des pentes et vient s'accumuler à leur pied, diminuant d'autant dans chaque cube de terre la proportion relative des autres composants.

Grâce au phénomène très répandu de la *décalcification*, les couches supérieures du sol contiennent souvent moins de calcaire que les couches profondes. Il en résulte, dans les terres se décalcifiant facilement, la nécessité de l'analyse du sous-sol, tel porte-greffe bien adapté aux couches superficielles du sol pouvant souffrir lorsque ses racines auront pénétré dans les couches profondes, trop calcaires.

M. Maurice Lugeon en présence des résultats intéressants communiqués par M. Faes, émet la supposition que la *décalcification suit les lignes de plus grande pente du sol.* C'est-à-dire que la circulation de l'ean suit certaines lignes favorisées comme cela se voit, à la surface du sol, sur les talus des routes. Les régions situées entre deux zones favorables à la circulation de l'eau seraient les moins décalcifiées. Les preuves de cette manière de voir seraient à rechercher le long de deux tranchées horizontales dans un sol incliné, en faisant des séries d'analyses d'échantillons pris à égale profondeur.

M. Théodore Biéler-Chatelan présente un *gazomètre universel*, d'un maniement très commode, construit sur ses indications par M. Penfold, verrier à Genève, et en montre l'emploi comme *calcimètre.*

Pour doser rapidement dans les terres arabes la fraction du calcaire dite *impalpable*, *active* ou *assimilante*, il propose d'observer au calcimètre la vitesse d'attaque par les acides chlorhydrique et tartrique, vitesse proportionnelle à la ténuité des grains calcaires.

A cet effet on peut : 1° Mesurer le volume de gaz acide carbonique dégagé au premier contact des acides. 2° Noter la durée de ce premier dégagement.

En contrôlant ces mesures par le dosage du calcaire dans les parties les plus fines de la terre, séparées par tamisage ou lévigation, on pourra établir une convention basée sur des données certaines.

Séance du 7 mars.

H. Dufour. Mesures de la température du sol. — G. Rœssinger, Ch. Sarasin et Collet. La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. — Eternod. Œuf de l'homme et de mammifères supérieurs possédant un tropoderme.

M. Henri Dufour indique les résultats des mesures de la température du sol faites à l'observatoire météorologique de Champ de l'air par deux méthodes différentes.

L'une est celle des thermomètres fixes à échelles émergentes du sol qui doit indiquer la température de la couche dans laquelle est le réservoir du thermomètre ; l'autre est celle des thermomètres mobiles qu'on retire du sol à chaque lecture.

Des mesures de la température du sol à 0 m. 50 et 1 m. ont été faites parallèlement pendant 16 mois par les deux méthodes pour juger de leur valeur relative, on observait la température des mêmes couches du sol deux fois par semaine au moyen d'instruments rapprochés les uns des autres.

Les résultats généraux sont les suivants :

Les thermomètres fixes donnent en été des températures plus élevées que celles indiquées par les thermomètres mobiles, c'est le contraire en hiver, cet effet est dû à l'action de la température de la couche traversée sur la colonne mercurielle. La différence maximum observée entre les deux thermomètres est 0° 8 en juin.

Pour l'observation des variations de la température dans les divers mois, les thermomètres fixes donnent des résultats très sensiblement les mêmes que ceux donnés par les thermomètres mobiles : ils peuvent donc être employés dans ce but et sont d'une lecture plus facile.

M. G. Rœssinger, maître au collège de Rolle, présente à la Société le travail de MM. Sarasin et Collet sur *La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden* (*Archives des sciences physiques et naturelles*, janvier et février 1906).

M. Rœssinger oppose, aux conclusions et aux affirmations de ces auteurs, quelques-unes des observations faites

par lui à la Lenk, en 1902, en compagnie de M. St. Jenkins, de Territet.

1° Le massif de calcaire compact à silex noir, pincé dans le Néocomien, qui forme le Laubhorn, au nord du Räzliberg, contient une bande de schistes foncés à concrétions pyriteuses, qui affleure en particulier dans l'Ammertenbach, tout près du confluent de ce torrent avec la Simme. En cet endroit la partie du massif calcaire qui est en contact avec les schistes est grumeleuse. Ce massif est donc sans doute constitué par du *Malm*, avec un noyau d'*Oxfordien* et il forme un pli *anticlinal*.

2° Le prolongement de ce massif calcaire affleure à l'Ammerten Alp à quelques pas de marnes grises et noires à petites sphérites contenant *Phylloceras tortisulcatum* (affleurement exact : sur le sentier topographié, environ sur le *A* de Ammerten Alp). Plus au N.-E., à Wängi, on retrouve le calcaire grumeleux, plein d'ammonites, ainsi que les marnes à *tortisulcatum*. Celles-ci, avec le même fossile, affleurent encore une fois, à peu près sur le *o* du mot Regenbolshorn, c'est-à-dire à très peu de distance du Malm. Ainsi la présence des marnes oxfordiennes à l'E. de la Simme est certaine.

3° Le sommet de l'Ober-Laubhorn, au N.-W. du point 1972, est formé par un noyau synclinal de marnes grises, pincé dans les calcaires échinodermiques du Lias inférieur, et *déversé au N.-W.*

4° Le Trias du Metschstand forme au point 2109 une charnière photographiable, ouverte à l'W., car dans le haut de cette charnière en ϑ les couches dolomitiques plongent à l'E. Dans la concavité de la charnière affleurent le Rhétien, puis le Lias inférieur. Ainsi le pli du Metschberg est un *synclinal* couché, ouvert à l'W. au moins en ce point 2109.

5° Des brèches cristallines accompagnent en plusieurs points les bandes de Crétacé supérieur du N.-N.-E. du Metschstand. Elles sont pareilles aux brèches du Flysch à *Nummulites* de Lauenen. Le phénomène des blocs isolés encastrés dans la roche en place se rencontre à la Lenk comme à Lauenen. Ainsi des blocs de Trias, accompagnés

de brèche à cailloux cristallins et à cailloux dolomitiques, sont noyés dans la base du Flysch du Niesen, au Laveygrat.

Mais MM. Sarasin et Collet ont sans doute raison quand ils supposent qu'à la Lenk la zone des cols est moins énergiquement laminée et écrasée qu'à Lauenen, et quand ils admettent, comme M. Rœssinger l'a prévu, l'âge mésozoïque du Flysch de la zone du Niesen et de certaines parties de la zone des cols.

Mais quant à synthétiser dès maintenant les dislocations de la région de la Lenk, il n'y faut pas songer, et encore moins à conclure dès maintenant pour ou contre la théorie du charriage des Préalpes.

M. le prof. Eternod expose à la Société que *l'œuf de l'homme et de beaucoup de mammifères supérieurs possède un trophoderme (trophoblaste) persistant durant toute la gestation.*

Ayant soumis à une révision soigneuse les nombreux œufs humains, microtomés en série que nous possédons dans notre collection particulière, il nous a été possible de préciser les point suivants concernant la gestation humaine et de confirmer et de compléter un certain nombre de résultats obtenus par toute une série de savants modernes :

1. L'œuf de l'homme, de beaucoup de primates et d'un grand nombre de mammifères supérieurs traverse rapidement l'épithélium de l'utérus et s'encapsule dans le derme de cet organe (idée de Peters von Spee et d'autres auteurs récents).

2. L'ectoderme de l'œuf ainsi englobé engendre par prolifération une couche enveloppante, épithéliale épaisse et d'aspect syncytial : le trophoderme, soit trophoblaste ; cette formation, d'abord libre, adhère bientôt au derme de la muqueuse utérine.

3. Venant des capillaires sanguins maternels qui se sont rapidement dilatés, le sang de la mère (peut-être au moment du premier retour des règles) vient faire irruption dans les mailles du trophoblaste et les agrandit, tout en venant au contact direct avec les cellules ectodermiennes, donc, par conséquent, sans interposition d'aucune couche endothéliale, comme on l'a voulu longtemps.

4. Ce rapport curieux se maintiendra sans changements jusqu'à l'accouchement.

5. Nous sommes arrivés à la conclusion que le trophoderme est un organe persistant durant toute la gestation (opinion contraire à celle que préconise S. Minot, qui veut faire du trophoderme un organe transitoire qui s'efface déjà avant l'apparition de l'embryon).

6. Les villosités choriales ne tardent pas à prendre naissance, à s'allonger et à se bifurquer dans la masse épithéliale trophodermienne.

A mesure que les villosités s'agrandissent et se capillarisent (vaisseaux sanguins fœtaux), les lacunes sanguines trophodermiennes les plus voisines du chorion ovulaire se dilate et deviennent les lacs sanguins maternels du placenta.

7. En même temps que ceci se produit, la couche plasmodiale profonde du trophoderme confinant au chorion ovulaire se différentie et engendre les deux couches épithéliales classiques : *a)* à cellules distinctes ; *b)* et syncytiale. La couche périphérique du trophoderme continue à proliférer sans arrêt ; elle engendre des prolongements plus ou moins étendus à caractère plasmodial ou syncytial et ces traînées ou sortes de blocs cellulaires polynucléaires, qui ont été si souvent décrits comme étant des cellules géantes proliférant au loin dans les lacs sanguins maternels, jusqu'à l'accouchement.

8. Une partie de cette couche superficielle plasmodiale maintient son adhérence au derme utérin, au niveau de villosités dites d'agrafe (Haft-Zotten des Allemands).

9. Somme toute : le trophoderme ne subit que très peu de modifications pour s'adapter en placenta fœtal.

10. Il est maintenant parfaitement sûr que la couche syncytiale du chorion est d'origine ovulaire, fœtale, ectodermienne.

11. Toutes ces constatations auront dans l'avenir l'avantage de simplifier énormément les schémas du placenta, lesquels ont donné lieu à tellement d'opinions contradictoires que cela doit être considéré comme un évènement

fort heureux pour les générations futures de professeurs et de savants.

Séance du 21 mars.

Pelet. Dosage des matières colorantes. — B. Galli-Valerio et Mme J. Rochaz-de Jongh. Recherches sur les moustiques. — Fr. Jaccard. Présence de Gyroporelles dans les calcaires du Trias du massif de Rubly. — M. Lugeon. A propos de la zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. — Fr. Jaccard. La théorie de Marcel Bertrand.

M. le prof. Pelet résume les travaux exécutés au laboratoire de chimie industrielle sur le dosage des matières colorantes.

Les différents procédés de dosage étudiés reposent sur la précipitation d'une matière colorante basique par une matière colorante acide et appréciation de la fin de la réaction par un examen de la coloration à la touche sur du papier à filtrer.

Ces travaux ont été exécutés en collaboration avec MM. les Drs V. Garuti, Francillon et Tvesselt.

MM. Pelet et Gilliéron ont étudié le dosage de quelques matières colorantes basiques au moyen de la solution d'iodure de potassium ioduré. Les produits iodés formés fixent 3 à 4 atomes d'iode par simple addition. Au contraire, par l'action de l'iode naissant les matières colorantes basiques fixent de 3 à 7 atomes d'iode. Ces divers dérivés obtenus par les deux méthodes ne paraissent être pour la plupart que des *iodo-iodhydrates* de la matière colorante considérée.

M. B. Galli-Valerio au nom aussi de Mme J. Rochaz-de-Jongh, expose les résultats des recherches qu'ils ont faites en 1905 sur les moustiques, soit dans le canton de Vaud, soit en Valteline (Italie). Ils confirment leurs observations précédentes sur l'hibernation des larves et des œufs, décrivent quelques habitats intéressants, ajoutent à la liste des poissons destructeurs des larves de moustiques *Felestes Muticellus* et exposent les résultats de nouvelles expérien-

ces faites avec *Sapol* et *Asp. Glaucus* et *Asp. Piger* comme moyens de destruction des larves des culicides.

M. Frédéric JACCARD signale la présence, constatée en compagnie de M. le prof. Lugeon, de Gyroporelles dans les calcaires du Trias du massif du Rubly (Préalpes médianes), sur le versant N. du Rocher Plat.

On trouve associés à ces Gyroporelles (qu'on peut rapprocher peut-être de Gyroporella minutella, Gümbel) de petits Gastéropodes indéterminables.

Dans les calcaires qui affleurent sur le versant sud du Rocher Plat, on retrouve en coupe microscopique des traces de Gyroporelles.

M. Maurice LUGEON, à propos d'un travail de MM. Sarasin et Collet intitulé : *La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden*[1], fait les remarques suivantes :

MM. Sarasin et Collet dans une note récente sur la zone interne des Préalpes suisses arrivent à la conclusion que les plis de cette région sont déversés vers les Hautes-Alpes calcaires. C'est exactement l'inverse de ce que M. Lugeon a montré antérieurement en se basant sur la découverte de racines sur la rive droite du Rhône, en Valais, et en s'appuyant sur l'ensemble de la géologie des Alpes de la Suisse occidentale.

Les faits sur lesquels s'appuient ces deux auteurs sont, d'après leurs observations, particulièrement des charnières anticlinales fermées *vers le sud*. Or, les recherches faites dans les régions voisines par M. Rœssinger[2] et par M. Lugeon[3] l'obligent à persister dans sa manière de voir, et à contester la valeur des observations de ses confrères. M. Lugeon cite un cas. Au Ritzberg, MM. Sarasin et Collet

[1] Sarasin et Collet, *Arch. des sc. ph. et nat*, 1906, t. XXI, p. 56 et p. 156.

[2] G. Rœssinger, *La zone des cols dans la vallée de Lauenen.*

[3] Lugeon, *Les grandes nappes de recouvrement.* (*Bull. Soc. géol. Fr.* 4e s. t. I, 1901).

dessinent une lame urgonienne à l'endroit où il a constaté du Trias incontestable (au-dessus de Dohle)!

Si nous acceptions la manière de voir des anciens auteurs que veulent reprendre MM. Sarasin et Collet, elle nous amènerait à une conclusion bien singulière.

M. Lugeon peut citer, dans tous les synclinaux des Hautes-Alpes calcaires, sans exceptions, au sud de la région en litige, des débris d'une nappe (Dohle près Iffigen, Burgfluh, près Kuh Dungel, Rawylhorn, Laufbodenhorn). A partir du Rohrbachstein ces lambeaux de recouvrement sont contigus et se rattachent à la grande région des schistes lustrés des environs de Sierre. Il y avait donc primitivement une enveloppe continue, en tout cas une nappe au moins, au-dessus des Hautes-Alpes calcaires. Si, comme le veut la théorie de M. Sarasin, cette nappe doit prendre naissance dans les Préalpes, cela revient à faire prendre racine à toute la région des schistes lustrés des Alpes dans les Préalpes!

Il ne faut pas oublier, en outre, comme le font les auteurs cités, qu'à une de ses extrémités (région de Bex-Val d'Illiez), la zone interne des Préalpes cesse complètement et que les Préalpes médianes reposent directement sur le Flysch des Hautes-Alpes calcaires. Ce phénomène capital, qui coïncide avec le relèvement d'axe des plis, est un critère géométrique absolu pour la démonstration de l'absence de racine de la zone des cols. Toute exception de détail, en supposant qu'elle soit basée sur des observations rigoureuses, ne pourra jamais infirmer la conclusion qui découle de cette disparition de la zone. Chaque exception ne pourra appartenir qu'à un phénomène local, comme le fameux repli du Griesstock dans les Clarides qui n'a cependant pas empêché la théorie du pli unique de Glaris de triompher.

M. Frédéric Jaccard présente un mémoire intitulé : *La théorie de Marcel Bertrand*, ou quelques réflexions sur la note de M. Steinmann intitulée « Die Schardtsche Ueberfaltungstheorie u. die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolitischen Massengesteine ».

M. Jaccard s'élève contre l'idée de M. Steinmann d'appeler la théorie des nappes de recouvrement, la théorie de Schardt. Il démontre, brochure en main, que c'est M. Bertrand qui eut, le premier, en 1884, la notion des nappes de recouvrement. C'est donc à lui qu'il faut penser si l'on veut donner un nom à cette théorie. Et pour être fidèle à l'histoire de cette théorie, M. Jaccard rappelle l'extrême importance et l'influence énorme du remarquable mémoire de M. M. Lugeon sur les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse (1901). La théorie est entrée dans un second stade qu'on pourrait appeler le stade Lugeon.

Puis M. Jaccard étudie l'hypothèse de M. Steinmann, qui conçoit une nappe supérieure à la nappe de la Brèche Chablais-Hornfluh, nappe formée, selon lui, par les roches cristallines et la radiolarite que l'on trouve dans la région de la Brèche de la Hornfluh. M. Jaccard montre que l'on doit considérer le Flysch et les roches cristallines qu'il contient, ainsi que la radiolarite, comme se trouvant *sous* et au devant de la nappe de la Brèche, dans la région de la Hornfluh tandis qu'on les trouve *sur* la Brèche dans la région du Chablais. M. Jaccard pense que l'on doit considérer ce Flysch avec les roches cristallines et la radiolarite qu'il contient, non point comme les restes d'une nappe, mais comme une zone synclinale, « encapuchonnant » la nappe de la Brêche.

MM. Keidel et Steinmann envisagent le crétacique qui se trouve en avant de la nappe de la Brèche (région Garstalt-Schwarzensee et Varrel-Pointe du Cananéen) comme faisant partie des terrains de la nappe Chablais-Hornfluh-

M. Jaccard ne partage pas cette opinion et maintient sa manière de voir exprimée dans son mémoire sur la région de la Brèche de la Hornfluh [1].

Enfin M. Jaccard reprend quelques points de la note de M. Steinmann et lui rappelle l'existence de radiolaires dans le niveau moyen de la Brèche, signalées par MM. Douvillé et Lugeon.

[1] La région de la Brèche de la Hornfluh, p. 194 (Bull. Lab. Geol. Geog. ph. Minér. et Paleont. Université, Lausanne, n° 5),

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

José Munoz del Castillo. Sur la radioactivité des sources hydro-médicinales azotées d'Espagne (*Revista de chimica pura e applicada*, 2° anno, n° 5).

M. Muñoz del Castillo qui a étudié toutes les sources azotées d'Espagne dont l'efficacité dans les maladies de l'appareil respiratoire est généralement admise, tire de ses recherches les conclusions suivantes :

1° L'efficacité, bien démontrée, des eaux naturelles azotées a pour principal facteur la radioactivité. L'ignorance de l'existence des corps actifs, et la pauvreté des eaux en minéralisation explique que l'on ait, au début, pensé à l'azote comme agent spécial des effets thérapeutiques qu'on ne pouvait attribuer à aucune autre substance.

2° La radioactivation hydrologique du corps, qui s'opère simultanément par l'eau absorbée comme boisson, par les inhalations et par les bains, met l'organisme dans un état propre à subir les plus grands effets de l'action thérapeutique de la radioactivité et la parfaite collaboration des autres facteurs : azote, ions, température, altitude, etc., qui, dans chaque source et dans chaque cas, influent sur les résultats, dans les limites de la spécialisation.

3° La dénomination des sources azotées pourrait être remplacée par celle de sources essentiellement radioactives, ou, au moins, par celle de sources *radio-azotées*, si on ne veut pas perdre la tradition taxonomique primitive, et si l'on considère comme opportun de continuer à rappeler la circonstance que dans ces eaux l'azote exclut presque complètement l'oxygène.

CHIMIE

R. Gnehm et F. Kaufler. Contribution a la connaissance des Thiazines. (*D. ch. Ges.*, t. 39, p. 1016 à 1020 ; 24. 3. 1906. Zurich, Polytechnikum).

Les relations qui existent entre les Thiazines et les colorants au soufre ont fait rechercher jusqu'à quel point les Mercaptans ou les Disulfures de la série de la Thiazine ont le caractère des dits colorants. Comme produits intermédiaires il y avait en premier lieu à préparer des Thiazines amidées que l'on pourrait transformer en Mercaptans thiaziniques par l'intermédiaire de la combinaison diazoïque. Une recherche de ce genre a déjà été accomplie par Gnehm et Schröter qui ont transformé le Vert Méthylène en dérivé leuco du Bleu Méthylène amidé.

Un autre mode de préparation semblait indiqué d'après les travaux de Kehrmann ; il consistait à additionner l'ammoniaque au Bleu Méthylène ; mais on a constaté qu'en faisant cette réaction avec l'ammoniaque alcoolique elle se passe de telle manière qu'un groupe $N(CH^3)_2$ est remplacé par NH^2 en sorte que l'on obtient une *Diméthylthionine asymétrique* à l'état de dérivé *leuco*, étant donné l'action réductrice de l'ammoniaque alcoolique. Cette Diméthyl-leucothionine est transformée en matière colorante par l'action de l'air ; celle-ci est une masse cristalline bleu foncé, très facilement soluble dans l'eau, ses solutions sont colorées en bleu intense et sa solution alcoolique est douée d'une fluorescence rouge-bleu.

La facilité avec laquelle le Bleu Méthylène échange son groupe Diméthylamidé, a engagé les auteurs à étudier l'action de la Benzylamine sur ce colorant ; ils ont obtenu dans ce cas un produit d'addition, c'est-à-dire une *Benzylamido-tétraméthylthionine* dont ils ont analysé l'*iodure* $C^{23}H^{25}N^4SI$ et préparé encore le *Chlorure*.

L'action de l'ammoniaque sur le Bleu Méthylène, conduisant facilement à la préparation d'une Thiazine amidée, les auteurs ont cherché à remplacer, d'après la méthode de Leuckardt, le groupe « amido » par le résidu du Mercaptan ; ils ont dans ce but décomposé le dérivé diazoïque

de la Diméthylthionine par une solution de Xanthogénate de potassium, ce qui leur a fourni une résine noir violet qui, d'après la réaction de Leuckart, doit constituer l'*éther thiocarbonique du Mercaptan thiazinique*, mais qui n'a pas pu être cristallisée. La masse ainsi obtenue a été triturée avec de l'acide sulfurique à 80 °/₀ et chauffée au bain-marie, ce qui a donné lieu à un dégagement d'oxysulfure de carbone conformément à l'équation :

$$R.S.CS.OC^2H^5 + H^2O = R.SH + COS + C^2H^5\,OH.$$

Le produit de la réaction se présente sous la forme d'une poudre noir-bleu qui jusqu'à présent n'a pas pu être purifiée mais qui présente tous les caractères des colorants au soufre.

Il résulte de ces recherches qu'il est démontré, tout au moins qualitativement, que par les réactions qui donnent lieu à l'introduction des groupes caractéristiques des Mercaptans ou des Sulfures, on peut obtenir des colorants thiaziniques amidés ayant les propriétés des matières colorantes bleues au soufre.

GÉOLOGIE

A. Nies et E. Düll. Lehrbuch der Mineralogie und Geologie fur den Unterricht an höheren Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Fr. Lehmann, éditeur, Stuttgart, 1906.

MM. A. Nies et E. Düll se sont associés pour l'élaboration d'un petit traité de Minéralogie et Géologie à l'usage des élèves de l'enseignement secondaire.

La partie minéralogique, de beaucoup la plus importante, débute, comme de juste, par un aperçu sur la cristallographie, sur les divers systèmes et leurs différentes formes, sur la nomenclature des faces et leur détermination, etc.

Vient ensuite un chapitre consacré aux propriétés physiques des minéraux cristallisés, dans lequel les phénomènes de double réfraction, de polarisation, d'interférence, de polychroïsme sont traités d'une façon relativement approfondie.

Après un exposé tout-à-fait sommaire de la chimie minérale, M. Nies aborde l'étude descriptive des divers minéraux, classés d'après leurs affinités chimiques en : 1° éléments, 2° chlorures, bromures, fluorures, 3° sulfures, arséniures, 4° oxydes, hydroxydes, 5° borates, 6° carbonates, nitrates, 7° silicates, 8° sulfates, 9° titanates, 10° phosphates et arséniates, 11° wolframates, molybdates, chromates, 12° minéraux organiques. Cette partie de l'ouvrage est illustrée d'un grand nombre de figures et de 20 planches en couleur, qui en facilitent beaucoup la lecture.

La partie géologique, rédigée par M. Düll, traite d'abord de l'origine des roches et de leurs structures caractéristiques, décrivant successivement les roches intrusives, les roches d'épanchement, les sédiments chimiques, organiques et clastiques et les formations métamorphiques. Puis après un aperçu extrêmement sommaire sur le volcanisme et les phénomènes de plissement, l'auteur aborde la stratigraphie, qu'il traite en quelques pages, en citant pour chaque système géologique les principaux fossiles caractéristiques et les gisements classiques. Ch. Sarasin.

PHYSIOLOGIE

G. F. Lipps. Die psychischen Massmethoden, *die Wissenschaft*, Heft 10, Friedr. Vieweg u. Sohn Braunchweig, 1906.

Nous avons déjà à plusieurs reprises signalé les excellentes monographies scientifiques publiées par la maison F. Vieweg et fils de Brunswick sous le titre général *Die Wissenschaft*, aujourd'hui nous attirons l'attention de nos lecteurs sur le 10e fascicule de cette collection qui expose les méthodes de mesure psychiques. Une science de création relativement récente, la psychologie physiologique s'applique à rechercher les lois des phénomènes psychologiques, en les soumettant à des mesures scientifiques exactes. Ce sont les méthodes de cette science nouvelle et les résultats auxquels elles ont conduit que le petit volume dont nous venons de donner le titre a pour but de faire connaître.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE MAI 1906

Le 1er, pluie dans la nuit; fort vent à 10 h. du matin et forte bise à 4 h. du soir.
2, fort vent à 1 h. et pluie à 7 h. du soir.
4, halo solaire l'après-midi; fort vent à 4 h. du soir; éclairs au SSW. pendant la soirée; orage vers 11 h.; à 11 h. 21 m. fort coup de foudre sur une haute grue métallique servant à la construction du nouveau musée, à 50 m. environ de l'Observatoire; arrêt de la pendule Riefler et fusion des plombs de sûreté des téléphones.
5, pluie dans la nuit jusqu'à 10 h. du matin; forte bise à 1 h. du soir.
6, forte bise à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.
7, forte rosée le matin.
8, forte rosée le matin; orage et pluie à 3 h. 20 m. et dans la soirée; fort vent à 4 h. et à 9 h. du soir.
9, pluie à 1 h. et orage à 2 h. 20 m. du soir.
10, forte rosée le matin; fort vent de 10 h. à 4 h.
11, rosée le matin; orage et averse à 4 h. du soir.
12, halo solaire le matin.
13, rosée le matin.
14, rosée le matin; éclairs dans la soirée.
15, pluie dans la nuit; rosée le matin; orage et quelques gouttes de pluie à 3 h. 20 m.; pluie à 9 h. du soir.
16, fort vent dans la journée.
17, pluie à 4 h. du soir.
18, pluie depuis 7 h. du soir.
19, pluie pendant toute la journée.; nouvelle neige sur les montagnes environnantes.
20, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin.
21, pluie dans la nuit et pendant la plus grande partie de la journée.
24, pluie dans la nuit et pendant la journée.
25, pluie à 10 h. du matin.
26, forte rosée le matin; halo solaire.
28, la dernière tache de neige a disparu sur le Salève.
29, halo solaire.
31, orage à 4 h. 30 m. avec averse.

GENÈVE — MAI 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	19.7	20.7	22.9	20.36	- 4.59	17.6	23.7	SSW. 1	SSW. 1	ESE. 1	SSW. 1	**10.8**	10	7	6	7	7.6	....	....
2	25.9	26.2	29.2	26.38	+ 1.40	24.0	29.5	S. 1	SSW. 2	S. 1	SSW. 1	4.2	8	8	10	8	5.0	....	....
3	29.9	28.8	28.2	28.91	+ 3.89	27.8	29.9	N. 0	N. 1	S. 1	N. 1	2.3	0	1	0	0	12.1	....	...
4	30.0	29.2	29.8	29.37	+ 4.31	28.5	31.0	N. 1	NW. 1	S. 0	var.	3.8	8	7	10	8	10.0	5.4	4
5	32.7	32.6	33.4	32.66	+ **7.56**	31.8	33.4	NE. 1	NNE. 2	N. 0	NNE. 1	6.3	10	10	10	9	3.1	2.7	2
6	31.8	30.9	29.8	31.01	+ 5.87	29.3	32.4	N. 1	NNE. 2	N. 1	N. 1	8.3	6	5	1	5	8.3	....	....
7	28.7	27.6	26.8	27.82	+ 2.64	26.4	29.6	E. 1	N. 1	N. 0	N. 1	3.6	0	2	2	2	12.0	....	....
8	26.9	24.8	25.1	25 46	+ 0.21	23.4	26.9	N. 0	N. 1	WNW 2	var.	4.7	0	5	10	5	9.9	2.7	1
9	24.8	23.4	22.9	23.74	- 1.52	22.3	25.2	S. 0	NE. 1	N. 0	var.	2.7	10	8	9	8	4.4	....	....
10	22.5	21.1	20.9	21.72	- 3.59	19.5	22.8	N. 1	SSW. 2	N. 1	SSW. 1	7.5	0	4	1	2	**12.8**	....	....
11	21.7	21.0	21.6	21.20	- 4.15	19.7	22.0	S. 0	WSW 1	S. 0	var.	5.9	1	5	9	4	11.1	1.0	1
12	22.8	22.4	24.0	22.86	- 2.53	21.9	24.5	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	var.	3 7	2	4	2	4	9.1	....	....
13	25.9	25.6	24.3	24.85	- 0.59	23.6	26.0	N. 1	NNE. 1	S. 1	N. 1	3.7	0	5	0	3	9.4	....	....
14	22.5	19.8	18.3	20.58	- 4.90	17.7	23.9	S. 1	N. 1	SSW. 1	var.	6.1	0	5	7	5	10.6	0.3	....
15	16.9	14.6	15.3	15.71	- 9.82	14.0	17.7	N. 0	N. 2	N. 1	var.	5.8	6	7	9	8	9.2	....	....
16	16.3	14.7	14.1	15.22	-10.35	13.9	16.4	N. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	9.1	10	5	1	6	3.2	....	....
17	13.6	13.1	14.5	**13.79**	**-11.83**	**13.1**	14.8	S. 0	WSW 1	N. 1	var.	4.1	10	10	10	10	....	....	....
18	14.3	14.6	16.3	14.88	-10.78	14.2	16.5	S. 0	N. 2	SSW. 1	var.	6.9	10	10	10	10	....	**14.1**	8
19	17.3	18.9	20.7	18.52	- 7.19	16.4	20.9	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	9.3	10	10	10	10	....	6.7	**10**
20	21.1	21.3	21.3	21.19	- 4.56	21.0	21.5	SE. 1	S. 1	S. 0	var.	5.5	10	10	10	10	....	3.4	7
21	19.8	20.5	22.0	20.51	- 5.29	19.7	22.1	S. 0	SSW. 1	S. 0	var.	10.6	10	10	10	10	....	2.5	3
22	23.9	24.3	25.6	24.04	- 1.80	22.1	25.6	NE. 0	N. 1	N. 1	N. 1	3.8	10	6	0	3	12.0	....	....
23	26.2	25.0	24.7	25.25	- 0.64	24.0	26.2	NE. 0	N. 1	WSW 1	var.	3.8	3	5	10	5	8.5	4.0	4
24	26.7	27.8	30.0	27.44	+ 1.51	24.9	30.2	W. 0	SSW. 1	S. 0	SSW. 1	3.8	10	10	10	10	....	3.4	6
25	31.1	31.3	32.5	31.35	+ 5.37	30.7	32.3	N. 0	N. 1	N. 0	N. 1	5.6	10	7	10	9	1.5	....	....
26	32.6	32.0	31.5	31.95	+ 5.93	31.0	32.6	N. 0	N. 1	N. 0	N. 1	4.1	4	5	1	5	8.6	....	....
27	31.6	30.5	31.0	31.19	+ 5.12	30.2	31.7	N. 1	N. 1	N. 0	N. 1	3.1	10	8	10	9	2.1	....	....
28	33.2	33.2	33.2	**33.06**	+ 6.95	32.1	**33.5**	S. 0	N 1	N. 0	N. 1	3.1	7	3	1	4	12.7	....	....
29	33.2	31.7	31.5	32.24	+ 6.08	30.9	33.2	N. 0	N. 1	SSW. 2	var.	3.1	6	3	4	4	12.1	....	....
30	30.8	29.3	27.7	29.54	+ 3.34	27.5	31.2	S. 0	SSW. 1	SW. 0	SSW. 1	2.6	7	6	0	5	6.9	....	....
31	25.3	22.9	23.4	23.98	- 2.27	31.4	27.2	S. 0	WSW 2	N. 1	SSW. 1	7.5	3	4	1	2	9.6	2.0	1
Mois	25.16	24.52	24.92	24.73	- 0.51							5.34	6.2	6.3	5.9	6.1	211.8	48.2	47

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Écart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Écart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 3.0	+10.9	+ 6.0	+ 6.42	- 4.64	+ **2.5**	+12.8	89	41	73	64	- 5	39	92	7.6	- 2.5	1067
2	7.4	11.5	9.8	8.69	- 2.52	3.0	14.1	77	39	65	65	- 4	34	92	7.9	- 2.3	1085
3	8.9	14.9	12.0	11.18	- 0.17	5.8	16.5	63	44	58	58	-12	34	85	7.5	- 2.8	1095
4	10.0	20.2	15.0	14.35	+ 2.86	7.7	22.0	75	53	47	62	- 7	35	90	7.7	- 2.7	1075
5	9.2	10.4	9.2	9.84	- 1.80	9.0	14.0	92	86	86	82	+12	66	95	7.8	- 2.7	1095
6	8.8	12.8	11.4	10.69	- 1.09	6.8	14.9	86	67	57	73	+ 3	55	92	....	.....	1095
7	11.8	17.8	14.5	14.06	+ 2.13	7.8	21.0	76	50	72	66	- 4	30	93	7.9	- 2.7	1115
8	13.3	18.7	16.0	14.74	+ 2.67	8.5	22.1	73	50	60	67	- 3	42	90	10.1	- 0.8	1110
9	12.0	17.8	15.0	14.62	+ 2.41	10.1	21.1	86	57	76	72	+ 2	51	91	10.9	- 0.1	1112
10	13.1	20.8	14.8	15.91	+ 3.55	10.2	22.2	73	37	60	59	-11	28	87	11.5	+ 0.4	1110
11	14.4	22.3	14.5	16.09	+ 3.59	11.1	22.7	64	32	63	**56**	**-14**	30	80	12.1	+ 0.9	1122
12	12.6	18.1	14.1	14.87	+ 2.23	10.5	22.2	75	50	53	61	- 9	**25**	90	12.4	+ 1.0	1125
13	12.0	20.2	15.6	15.26	+ 2.48	9.0	21.5	80	40	67	63	- 7	31	92	....	.....	1135
14	12.6	21.0	16.4	15.96	+ 3.04	9.0	23.1	77	40	56	64	- 6	38	92	13.0	+ 1.4	1130
15	15.6	19.3	12.8	16.01	+ 2.94	11.4	23.0	75	51	86	67	- 3	42	85	13.5	+ 1.8	1160
16	11.4	15.8	10.0	12.55	- 0.66	9.0	18.5	74	45	67	63	- 7	42	85	13 7	+ 1.9	1165
17	6.2	13.0	9.8	9.24	- 4.11	4.0	14.4	79	53	79	73	+ 3	50	92	13.0	+ 1.1	1177
18	9.7	12.8	8.0	9.34	- 4.15	5.9	14.0	79	57	91	77	+ 7	55	96	11.5	- 0.6	1175
19	7.6	6.4	4.5	**6.24**	**- 7.38**	4.4	8.5	81	80	92	**84**	**+14**	75	94	11.1	- 1.1	1190
20	5.3	8.9	6.1	6.90	- 6.86	3.8	10.0	94	73	70	79	+ 9	62	95	....	.....	1165
21	7.0	7.8	9.0	7.80	- 6.10	6.3	9.2	96	76	61	79	+ 9	55	**99**	10.8	- 1.6	1135
22	7.2	13.0	10.3	10.02	- 4.01	6.0	16.0	88	48	72	68	- 2	30	90	10.2	- 2.3	1195
23	8.9	15.9	16.0	11.79	- 2.38	4.0	18.8	83	49	59	66	- 4	42	85	10.7	- 1.9	1197
24	11.2	13.9	12.1	12.96	- 1.34	10.0	16.0	96	78	87	**84**	**+14**	65	98	....	.....	1195
25	11.4	16.5	12.9	13.25	- 1.19	10 0	18.0	92	56	79	78	+ 8	54	93	11.9	- 1.0	1215
26	13.4	18.1	14.1	14.51	- 0.06	9.1	20.9	80	44	72	68	- 2	42	86	11.0	- 2.0	1225
27	12.2	19.6	15.4	14.63	- 0.07	8.8	22.4	81	53	83	72	+ 2	48	85	....	.. ..	1125
28	16.8	22.9	19.7	19.30	+ 4.47	13.6	25.8	78	35	58	61	- 9	26	80	11.4	- 1.8	1245
29	17.8	24.6	20.7	21.40	+ 6.44	13.8	31.0	72	55	53	62	- 8	32	86	12.4	- 1.0	1260
30	19.2	28.3	21.6	**22.23**	+ **7.14**	15.0	30.0	70	35	61	59	-11	30	87	13.6	+ 0.1	1340
31	+18.2	+30.0	+20.2	+21.80	+ 6.59	12.8	**+32.0**	67	30	49	**56**	**-14**	28	78	16.0	+ 2.4	1335
Mois	+11.23	+16.91	+13.15	+13.31	+ 0.11	+ 8.67	+19.31	80	52	68	68	- 2			11.04	- 0.68	1160

MOYENNES DE GENÈVE. — MAI 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	26.81	26.74	27.29	27.36	26.53	25.94	26.32	26.93	26.74
2e »	19.22	19.02	19.25	19.03	18.61	18.15	18.51	19.24	18.88
3e »	28.35	28.26	28.58	28.63	28.06	27.60	27.96	28.59	28.23
Mois	24.91	24.79	25.16	25.07	24.52	24.02	24.38	25.04	24.73

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 8.88	+ 7.64	+ 9.75	+13.45	+15.58	+15.90	+13.86	+11.34	+12.05
2e »	10.04	8.60	10.74	13.73	15.78	15.10	13.27	10.71	12.25
3e »	11.80	10.64	13.03	16.33	19.15	20.16	17.54	14.77	15.43
Mois	10.29	9.01	11.23	14.56	16.91	17.15	14.97	12.35	13.31

Fraction de saturation en %.

1re décade	77	83	79	62	52	47	60	74	67
2e »	79	85	78	63	52	56	64	74	69
3e »	86	92	90	75	56	53	68	81	75
Mois	78	84	80	65	52	50	62	74	68

Dans ce mois l'air a été calme 220 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{79}{62} = 1.27$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N 53°.1 W.
Son intensité est égale à 16.3 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		724.87
Nébulosité		6.1
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+13°.76
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+13°.61
Fraction de saturation		67 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	725.24
Nébulosité	(1847-1875).	5.8
Hauteur de pluie	(1826-1875).	79mm.2
Nombre de jours de pluie	(id.).	12
Température moyenne	(id.).	+13°.20
Fraction de saturat.	(1849-1875).	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	67.3	62.9	49.3	45.9	54 5	36.0	46.6

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	64.3	48.2	52.6	63.3	56.9	54.9

Durée totale de l'insolation à Jussy : 206h.9.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE MAI 1906

Le 1er, très fort vent et brouillard.
2, brouillard le soir.
5, neige dans la journée.
6, brouillard le soir.
10, brouillard le matin.
11, très fort vent et neige.
les 15, 16, 17 et 18, brouillard.
18, 19 et 20, neige.
le 20, violente bise.
les 21 et 24, brouillard et neige.
le 25, brouillard.
31, orage de 6 h. 25 m. à 7 h. et de 9 h. à 10 h. du soir; pluie.

GRAND SAINT-BERNARD — MAI 1906

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	54.7	56.0	57.7	56.1	- 6.6	54.3	58.2	SW. 3	SW. 2	NE. 1	SW. 2	4	5	10	6	....	....
2	59.2	61.1	64.3	61.5	- 1.3	59.0	65.0	NE. 2	NE. 1	NE 2	NE. 2	2	2	10	5	....	....
3	66.7	67.3	67.7	67.2	+ 4.3	66.3	67.9	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
4	67.6	67.8	68.3	67.9	+ 4.9	67.3	68.6	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	3	5	3	....	....
5	67.7	67.9	68.6	68.1	+ 5.0	67.4	68.9	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	3.7	....
6	67.4	67.8	67.7	67.6	+ 4.4	67.1	68.0	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	1	10	4	....	....
7	66.9	67.1	67.2	67.1	+ 3.8	66.6	67.5	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW 1	3	6	2	4	....	....
8	65.8	65.8	65.3	65.6	+ 2.2	65.0	66.0	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	8	6	5	....	....
9	64.2	64.2	66.0	64.8	+ 1.3	64.0	66.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	10	10	8	....	....
10	62.7	62.5	62.2	62.5	- 1.1	61.8	65.0	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	10	4	10	8	....	....
11	61.6	62.2	62.0	61.9	- 1.8	61.2	62.5	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	10	8	2	7	2.5	....
12	62.6	62.7	64.8	63.4	- 0.4	62.3	65.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	1	8	7	5	...	...
13	65.2	65.8	65.8	65.6	+ 1.7	64.0	65.9	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	2	5	1	3	....	....
14	62.6	62.7	61.1	62.1	- 1.9	60.2	63.8	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	0	5	5	3	....	....
15	58.7	57.2	56.7	57.5	- 6.6	55.9	60 0	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	8	5	10	8	....	....
16	55.7	55.1	54.6	55.1	- 9.1	54.0	56.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	8.0	5
17	52.7	52.6	53.4	**52.9**	**- 11.4**	**52.0**	53.6	SW. 2	SW. 2	NE. 2	SW. 2	10	10	10	10	16.5	11
18	52.9	54 0	54.2	53.7	- 10.7	52.8	54.4	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	10	10	10	**60.5**	**80**
19	53.8	54.3	55.7	54.6	- 9.9	53.6	55.8	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	19.5	14
20	55.8	56.7	57.7	56.7	- 7.9	55.4	57.9	NE. 3	NE. 4	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	6.7	5
21	56.3	55.6	58.0	56.6	- 8.1	55 4	58.9	NE. 1	SW. 1	NE. 2	NE. 1	10	9	10	10	2.0	2
22	59.9	62.0	64.0	62.0	- 2.8	59.4	64.3	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	1	0	0	0	....	....
23	64.7	65.8	65.3	65.3	+ 0.4	64.5	65.6	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	2	0	3	2	....	....
24	66.0	66.5	67.3	66.6	+ 1.7	65.8	67.4	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	10	10	10	10	17.8	7
25	67.7	68.5	69.4	68.5	+ 3.5	67.3	69.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	....	....
26	69.2	69.6	70.7	69.8	+ 4.7	69.0	70.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	7	5	4	....	....
27	70.5	71.0	71.6	71.0	+ 5.8	70.3	71.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	8	4	7	....	....
28	72.1	74.0	75.1	73.7	+ 8.4	71.9	**75.3**	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	9	2	2	4	....	....
29	74.5	74.8	74.0	**74.4**	**+ 9.0**	73.6	75.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	2	3	2	....	....
30	72.0	72.0	70.8	71 6	+ 6.1	70.0	73.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	7	8	1	5	....	...
31	69.5	68.9	68.3	68.9	+ 3.3	68.0	70.0	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	1	4	10	5	6.2	....
Mois	63.45	63.85	64.37	63.88	+ 0 04							5.4	6.2	6.9	6.2	143.4	124

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Écart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 8.6	- 4.2	- 8.9	**- 7.2**	- 5.8	-10.0	- 1.7	67	62	94	74	58	95
2	-10.2	- 2.0	- 4.7	- 5.6	- 4.3	**-12.1**	- 0.8	84	49	85	73	43	87
3	- 3.0	+ 1.7	- 1.7	- 1.0	+ 0.1	- 6.2	+ 1.8	74	64	84	74	60	86
4	- 0.3	+ 6.7	- 0.2	+ 2.1	+ 3.1	- 3.1	7.0	57	37	86	60	35	90
5	- 1.1	- 1.5	- 4.0	- 2.2	- 1.3	- 4.0	2.5	91	91	96	93	88	97
6	- 1.3	+ 3.7	- 0.8	+ 0.5	+ 1.2	- 6.0	5.4	70	60	96	75	55	98
7	- 0.8	1.7	+ 0.4	0.4	+ 1.0	- 1.6	5.2	81	64	67	71	60	83
8	- 1.1	2.6	- 0.2	0.4	+ 0 8	- 2.3	4.3	84	80	91	85	70	93
9	0.0	1.4	+ 0.6	0.7	+ 1.0	- 1.4	2.9	77	81	88	82	68	90
10	0.0	2·8	- 0.2	0.9	+ 1.1	- 0.8	3.2	95	96	94	95	90	98
11	- 0.9	2.8	+ 0.2	0.7	+ 0.7	- 1.7	3.0	94	82	83	86	80	95
12	- 1.2	3.0	0.5	0.8	+ 0.7	- 1.8	3.7	78	68	84	77	55	90
13	+ 1.0	5.6	2.3	3.0	+ 2.7	- 0.7	9.0	76	54	76	69	48	80
14	1.7	5.7	2.2	3.2	+ 2.8	+ 1.5	6.7	76	52	83	70	50	85
15	1.0	6.0	0.9	2.6	+ 2.1	0.2	8.2	82	50	96	76	48	98
16	+ 0.3	5.0	+ 0.7	+ 2.0	+ 1.3	+ 0.3	5.4	98	70	95	88	58	100
17	- 1.2	+ 0.3	- 4.2	- 1.7	- 2.5	- 4 2	1.0	96	92	95	94	90	96
18	- 2.2	- 1.6	- 4.0	- 2.6	- 3.5	- 5.0	0.6	95	80	95	90	72	97
19	- 3 5	- 0.4	- 6.8	- 3.6	- 4.7	- 7.0	+ 1.0	85	67	94	82	58	98
20	- 5.6	- 2.8	- 6.0	- 4.8	**- 6.0**	- 7.2	- 2.6	94	88	95	92	82	97
21	- 4.8	- 1.8	- 5 6	- 4.1	- 5.4	- 7.8	+ 1.0	74	68	97	80	58	100
22	- 7.0	+ 1.4	- 2.5	- 2.7	- 4.1	- 8.0	2.7	88	58	95	80	55	96
23	- 0.9	5.0	+ 2.0	+ 2.0	+ 0.4	- 2.8	10.6	36	45	87	56	30	95
24	- 0.2	0.8	- 0.6	0.0	- 1.7	- 0.7	2.2	98	95	95	**96**	78	99
25	0.0	3 8	+ 0.6	+ 1.5	- 0.3	- 1 4	6.0	96	76	95	89	68	99
26	+ 0.8	4.5	1.8	2.4	+ 0.4	- 2.2	6.0	67	70	90	76	65	93
27	4.6	6.0	3.4	4.7	+ 2.6	+ 1.2	9.0	58	62	77	66	55	80
28	1.9	8.8	5.8	5.5	+ 3.3	1.6	9.0	97	62	85	81	60	98
29	8.1	11.2	7.1	8.8	+ 6.5	5.2	13.0	33	48	86	56	30	90
30	6.4	8.8	5.6	6.9	+ 4.5	5.4	9.2	72	50	78	67	48	85
31	+ 9.0	+13.3	+ 6.0	**+ 9.4**	**+ 6.8**	+ 5.8	**+15.0**	38	33	82	**51**	**29**	88
Mois	- 0.62	+ 3.17	- 0.33	+ 0.74	+ 0.23	- 2.48	+ 4.80	78	66	88	78		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1906

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500mm +				**Fraction de saturation en %**			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	64.29	64.75	65.50	64.85	78	68	88	78
2e »	58.16	58.33	58.60	58.35	87	70	90	82
3e »	67.49	68.06	68.59	68.04	69	61	88	73
Mois	63.45	63.85	64.37	63.88	78	66	88	78

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 2.64	+ 1.29	— 1.97	— 1.11	— 1.32
2e »	— 1.06	+ 2.36	— 1.42	— 0.04	— 0.38
3e »	+ 1.63	+ 5.62	+ 2.15	+ 3.13	+ 2.89
Mois	— 0.62	+ 3.17	- 0.33	+ 0.74	+ 0.47

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{67}{66} = 1.02$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 1.1 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	43.1	55.3	109.4	143.4
Neige en centimètres....	00cm	15cm	66cm	124cm

N° 3

2 h. 16 m. 10 s. soir.
Phase maximum.

N° 4

3 h. 23 m. 12 s. soir.

ÉCLIPSE PARTIELLE DE SOLEIL DU 30 AOUT 1905 A GENÈVE

Grossissement 150 fois

N° 1

10 h. matin.
Avant l'éclipse.

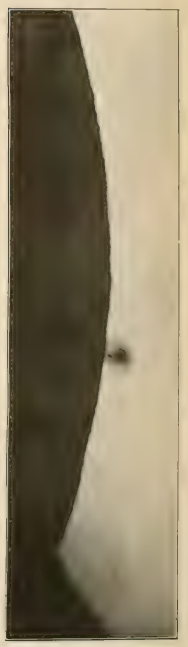
N° 2

1 h. 56 m. 43 s. soir.

N° 3

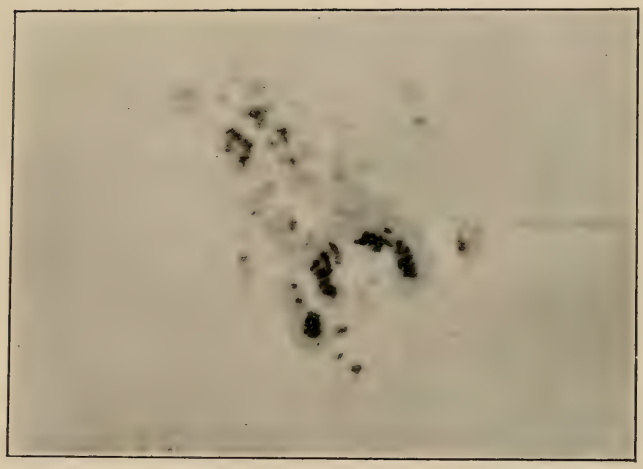
2 h. 16 m. 10 s. soir.
Phase maximum.

N° 4



3 h. 23 m. 12 s. soir.

N° 7



19 octobre. 11 h. matin.
Grossissement 240 fois.

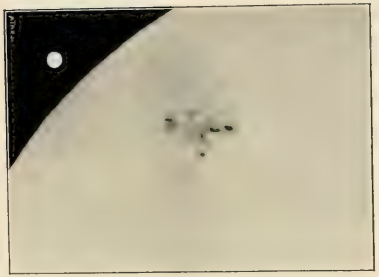
N° 8

23 octobre. 2 h. soir.
Grossissement 240 fois.

GROUPE DE TACHES SOLAIRES

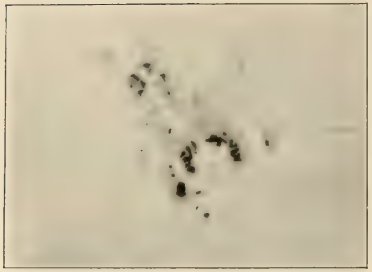
OCTOBRE 1905

N° 5



16 octobre. 11 h. matin.
Grossissement 112 fois.

N° 7

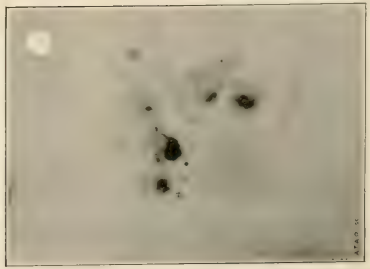


19 octobre. 11 h. matin.
Grossissement 240 fois.

N° 6

18 octobre. 11 h. matin.
Grossissement 240 fois.

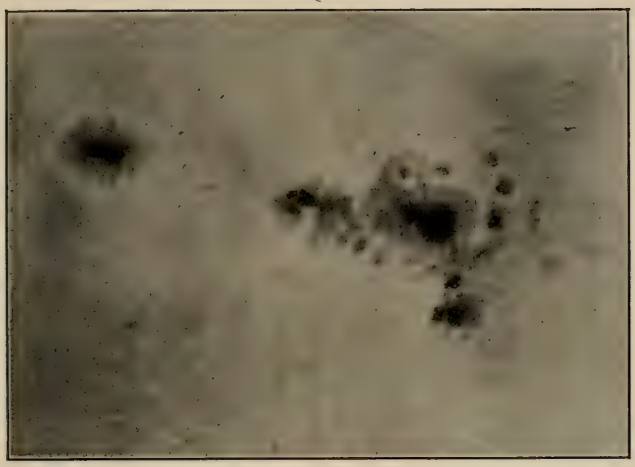
N° 8



23 octobre. 2 h. soir.
Grossissement 240 fois.

t 240 fois

N° 11



18 novembre. 11 ½ h. matin.

N° 12

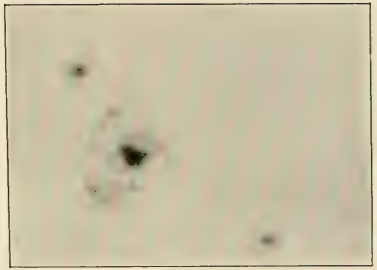
17 novembre. 10 ½ h. matin.

Grossissement 240 fois

GROUPE DE TACHES SOLAIRES

NOVEMBRE 1905

N° 9

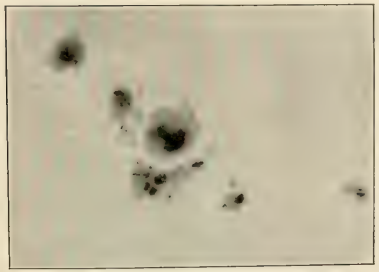


9 novembre. 10 h. matin.

N° 11

13 novembre. 11 ½ h. matin.

N° 10



10 novembre. 11 h. matin.

N° 12

17 novembre. 10 ½ h. matin.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT ET UNIÈME

(4me PÉRIODE)

1906. — Nos 1 à 6.

Pages

Sur le mouvement d'un pendule dont le point de suspension oscille horizontalement, par *L. de la Rive* et *A. Le Royer* 5

Les fonctions de Green et leurs dérivés sur la frontière, par *Jules Andrade* 22

Théorie géométrique du mouvement des corps solides et fluides, par *René de Saussure* (suite, avec les planches I et II) 36

Idem (suite) 129

La zone des cols dans la région de la Lenck et Adelboden, par *Ch. Sarasin* et *L. Collet* (avec les planches III et IV) 56

Idem (suite et fin) 156

Analyse de quelques grandeurs du corps chez l'homme et chez la femme, par *Eugène Pittard* 80

Idem (suite et fin) 202

La géométrie des feuillets, par *René de Saussure*. 134

Pages

Idem (suite et fin) 262

Les ombres volantes, observations de MM. *Henri Dufour* et *Raoul Gautier* 196

Sur quelques propriétés des rayons α émis par le radium et par les corps activés par l'émanation du radium, par *Henri Becquerel* 253

Sur la nitration des dérivés mono- et dibenzoylés du p-aminophénol, par *Frédéric Reverdin* et *Ernest Delétra* 289

L'âge du granit alpin, par *E. Duparc* 297

La troisième Conférence glaciaire internationale, par *Paul-L. Mercanton* 313

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant les mois de juin, juillet et août 1905 326

La conductibilité de l'air dans les locaux habités, par *Henri Dufour* 361

Recherches relatives à la décomposition des oxalates alcalino-terreux par les solutions aqueuses des sulfates alcalins, par *H. Cantoni* 368

Idem (suite et fin) 469

La récupération des chutes d'eau, par *Alph. Bernoud* (avec les planches VI, VII et VIII) . . 381

Questions de limnologie physique, par *A. Wœikof*. 392

Jean-Marc-Antoine Thury, par *John Briquet* . . . 412

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1905 427

Sur la valeur la plus probable du rapport $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ de la charge a la masse de l'électron dans les rayons cathodiques, par *Ch.-Eug. Guye* 461

Pages

Les accumulations positives et négatives d'eau par les sources, les lacs, les neiges et les glaces, par *A. Weikof*. 495
Note sur les coussinets de désarticulation du pétiole chez quelques Labiées, par *John Briquet*. 505
Henri de Saussure, notice nécrologique, par *Emile Yung*. 519
Note sur la théorie de la couronoïde, par *C. Cailler*. 565
Etude sur la différence de potentiel de l'arc mercure-platine, par *Th. Romilly*. 601
Sur l'éther méthylique de l'acide amino-p-diméthylaminobenzoïque, par *Frédéric Reverdin* et *Ernest Delétra*. 617
Quelques notes sur la photographie du soleil, par *Emile Schær* (avec les planches IX, X et XI). 622

Compte rendu des séances de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Séance du 12 mai 1905. — F. Tripet. La flore hivernale d'Alger. — H. Schardt. Le tremblement de terre du 29 avril 1905. -- S. de Perrot. Variations du niveau des lacs de Bienne, de Neuchâtel et de Morat, en 1904 215
Séance du 26 mai. — A. Berthoud. Théorie de la formation des faces d'un cristal. — H. Schardt et M. Clerc. Polypiers d'une couche d'oolite coralligène. — G. Borel. Lésions intra-oculaires consécutives aux explosions de dynamite. 218
Séance du 16 juin. — O. Fuhrmann. Soins paternels chez les poissons. — H. Schardt et Aug. Dubois. Le Crétacique moyen, près de Rochefort 219
Séance publique du 24 juin à la Sagne. — E. Le GrandRoy. Les canaux de la planète Mars. — J. Jeanprêtre. Le vin de Neuchâtel au XVIIIme siècle, d'après la thèse de F. Prince (1743). — M. de Tribolet. Notes sur Louis Favre. — H. Schardt. La géologie de la Combe des Quignets et de Tête-de-Ran. — J. de Perregaux. Une automobile à refroidissement sans eau. 220

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Pages

Séance du 18 octobre 1905. — H. Dufour. Le rayonnement solaire pendant l'éclipse du 30 août..... 334

Séance du 15 novembre. — Nicollier et P. Dutoit. Sur la variation de conductibilité de certaines solutions. — C. Dusserre. Le rendement et la composition du foin de prairie.. 337

Séance du 6 décembre. — J. Perriraz. Sphères attractives dans le sac embryonnaire. — Cauderay. Courants électriques vagabonds. — A. Borgeaud. Bacilles acido-résistants et tuberculose 338

Séance du 20 décembre. — Dr J. Amann. Formes spéciales du bacille de la tuberculose. — Dr S. Bieler. Fouet des Antilles. — F.-A. Forel. Œuvre astronomique de Ch. Dufour 341

Séance du 10 janvier. — M. Lugeon. Gisements d'asbeste de Goedverwacht. — H. Dufour. Observations faites pendant l'orage du 6 janvier. Recherches sur la déperdition de l'électricité dans les locaux habités..... 629

Séance du 24 janvier. — B. Galli-Valerio. Pathologie expérimentale et classification zoologique et botanique. — E. Chuard et F. Porchet. Statistique analytique des vins de la Suisse.— F. Jaccard. Morphoceras polymorphum d'Orb. 630

Séance du 7 février. — M. Lugeon. Echantillons aurifères et diamantifères. Les ombres volantes. — J. Perriraz. La Ranunculus acris. — F.-A. Forel. Le Phyllostachis puberulla..... 631

Séance du 21 février. — A. Schenk. Les déformations pathologiques et ethniques du crâne. — H. Faes. Répartition du calcaire dans les sols du vignoble vaudois. — M. Lugeon. La défalcification suit les lignes de plus grande pente du sol. — Th. Biéler-Chatelan. Gazomètre universel..... 634

Séance du 7 mars. — H. Dufour Mesures de la température du sol. — G, Rœssingor, Ch. Sarasin et Collet. La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. — Eternod. Œuf de l'homme et de mammifères supérieurs possédant un tropoderme..... 637

Séance du 21 mars. — Pelet. Dosage des matières colorantes. — B. Galli-Valerio et Mme J. Rochaz-de Jongh. Recherches sur les moustiques.— Fr. Jaccard. Présence de Gyroporelles dans les calcaires du Trias du massif de Rubly. — M. Lugeon. A propos de la zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. — Fr. Jaccard. La théorie de Marcel Bertrand..... 641

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Pages

Séance du 7 décemore 1905. — C. Sarasin. Géologie des environs de la Lenck. — R. Gautier. Eclipse de soleil du 30 août. La comète 1905 b. — L. Duparc et G. Pearce. Expédition scientiflque dans le bassin de la Wichera. — F. Pearce et L. Duparc. Extinctions des diverses faces d'une zone d'un cristal biaxe..... 92

Séance du 21 décembre. — R. Chodat et A. v. Sprecher. L'origine du sac embryonnaire de Ginkgo biloba. — R. Chodat et E. Rouge. La sycochymase. — V. Fatio. Le Rhodeus amarus à Genève. — F. Battelli et Stern (Mlle) Les oxydations dans l'organisme animal..... 102

Séance du 4 janvier 1906. — B.-P.-G. Hochreutiner. La dissémination des malvacées et son importance systématique. — R. de Saussure. Classification des systèmes géométriques 342

Séance du 18 janvier. — A. Le Royer. Rapport présidentiel pour 1905. — R. Gautier. Sur les ombres volantes. La tempête du 6 janvier 343

Séance du 1er février. — Ed. Claparède. Expériences sur le témoignage. — C.-E. Guye. Valeur du rapport de la charge à la masse de l'électron. — E. Briner. Sur les équilibres chimiques. — G.-T. Gazarian. Densités orthobares de l'acétonitrile et du propionitrile..... 344

Séance du 15 février. — E. Yung. Variations de longueur de l'intestin chez les grenouilles. — F. Bugnion. Les œufs pédiculés du Cynips Tozae. — Th. Tommasina. Nouveau dispositif du condensateur électrique..... 535

Séance du 1er mars. — C. Cailler. Sur la construction du couronoïde 540

Séance du 15 mars. — C. E. Guye et Romilly. Le fonctionnement de la lampe à arc au mercure avec anode de platine. 541

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

Séance du 9 novembre 1905. — A. Pictet. Alcaloïde des feuilles de carotte. — P. De Wilde. Préparation des cyanures alcalins..... 224

Séance du 14 décembre. — F. Kehrmann et A. Duttenhöfer. Sulfines aromatiques. — H. Ziegler. Etats d'agrégation de la matière..... 225

Pages

Séance du 11 janvier — 1906. F. Reverdin et E. Delétra. Nitration du monobenzoyl- et du dibenzoyl-p-aminophénol. — I. Goldberg. Phénylation de l'acide anthranilique. — F. Kehrmann et C. Modebatzé. Constitution des colorants thiaziniques..... 226

Société suisse de chimie.

Séance du 24 février 1906. — E. Nœlting. L'industrie des matières colorantes azoïques.— A. Bach. Influence de la peroxydase sur la fermentation alcoolique. — F. Kehrmann et H. de Gottrau. Constitution des colorants azoxiniques. — H Rupe. Dérivés de la carvone. — A. Bistrzycki. Condensation de l'acide benzilique avec les hydrocarbures aromatiques. — H. Cantoni, J. Chautems et L. Meaglia. Méthode de Parker pour le dosage du cuivre. — J. Amann. Réfraction des liquides physiologiques. — E. Berl. Procédé des chambres de plomb. — A. Werner. Sels hexamminiques stéréo-isomériques. — St. von Kostanecki. Colorants tirant sur mordants 434

Société de chimie de Lausanne.

Séance du 4 novembre 1905. — Demierre et Dutoit. Vitesses de réaction ioniques. — J. Larguier. Précipitation mutuelle de colloïdes. Activation du suc pancréatique. — Russenberger. Osmose électrique et transport des micelles..... 109

Séance du 4 décembre. — Th. Bieler-Chatelan. Dosage de l'acide phosphorique libre dans les superphosphates. — Pelet et Gillieron. Sur les iodo-iodhydrates de quelques matières colorantes basiques. — Dr Amann. Statistique.. 113

Séance du 14 janvier 1906. — A. Bach. Phénomènes d'oxydation dans la cellule vivante. — P. Dutoit et L. Gagnaux. Transformation de la thio-urée..... 543

Séance du 5 février. — H. Russenberger. Fausses solutions. 543

Séance du 5 mars. — J. Amann. Réfraction des liquides physiologiques. — Pelet et Gilliéron. Sur les iodo-iodhydrates des matières colorantes basiques 544

Séance du 2 avril. — P. Dutoit et E. Gyr. Conductibilités dans l'anhydride sulfureux liquide. — Nicollier et P. Dutoit. Influence de la lumière sur la conductibilité..... 547

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Pages

Alf. E. Tutton. Relation entre l'ammonium et les métaux alcalins; étude des sulfates et des séleniates de magnésium et ammonium, et de zinc et ammonium 116

A. Righi. Sur la diminution de résistance produite dans les mauvais conducteurs par les rayons du radium 117

A. Righi. La théorie moderne des phénomènes physiques, radioactivité, ions, électrons 117

Henri Alt. Sur la chaleur de vaporisation de l'oxygène liquide et de l'azote liquide et sa variation avec la température 350

H. W. Schmidt et *K. Kurz.* Sur la radioactivité des sources du Grand-Duché de Hesse et contrées avoisinantes 448

J. Jæger. La théorie cinétique des gaz 449

Müller Pouillet. Manuel de physique et de météorologie 450

Julius Precht. Danger d'explosion du radium 450

E. Wiedemann et *B. Wehnelt.* Méthode pratique pour la recherche des spectres émis par les vapeurs métalliques dans les tubes à décharge 451

W. Biegon von Czudnochowski. Une méthode pour produire des ondulations électriques au moyen d'une charge oscillante 549

José Munoz del Castillo. Sur la radioactivité des sources hydro-médicinales azotées d'Espagne ... 645

CHIMIE

A. Blom et *J. Tambor.* Sur la 3-méthoxycoumaranone 119

St. von Kostanecki et *S. Nitrowshi.* Sur la synthèse de la fisétine 120

O. Asckan. Chimie des combinaisons alicycliques .. 229

Pages

A. Bernthsen. Abrégé de chimie organique..... 230
A. Werner. Idées nouvelles dans le domaine de la chimie inorganique..... 230
E. Bonifazi, St. von Kostanecki et *J. Tambor.* Synthèse du 2. 2'.4' trioxyflavonol..... 231
St. von Kostanecki, V. Lampe et *S. Triulsi.* Sur les propriétés tinctoriales du 3.2'.4' trioxyflavonol.. 232
St. von Kostanecki, V. Lampe et *J. Tambor.* Synthèse du Morin..... 351
R. Gnehm et *Kaufler.* Contribution à la connaissance des Thiazines..... 646

GÉOLOGIE

A. Nies et *E. Düll.* Manuel de minérologie et de géologie à l'usage des élèves de l'enseignement secondaire..... 647

PHYSIOLOGIE

Edw. Stavnton Faust. Les poisons animaux..... 452
G.-F. Lipps. Les méthodes de mesures psichiques.. 648

MÉTÉOROLOGIE

Dr *Julius Hann.* Traité de météorologie..... 550
Dr *R. Börnstein.* Manuel de météorologie..... 551

Liste bibliographique des travaux de chimie faits en Suisse..... 234
Idem (suite)..... 552

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de décembre 1905..... 121
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de janvier 1906..... 241
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de février 1906..... 353
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mars 1906..... 453
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois d'avril 1906..... 556
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mai 1906..... 649

La tempête du 6 janvier 1906 (avec la planche V).. 249

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 1120